



Boletín

CEAZAMar

JULIO

2022





Índice

» ¿QUÉ ES CEAZA? ¿QUÉ ES CEAZAMar?	03
» CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS	04
» RESUMEN	05
» MENSAJES DESTACADOS	06
» ESTRUCTURA DEL BOLETÍN	07
» DIAGNÓSTICO DE LA REGIÓN DE COQUIMBO	08
» Observaciones regionales	08
» Anomalía Mensual de la Temperatura Superficial del Mar (TSM)	08
» Condiciones Climáticas: Índices El-Niño Chileno 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 de monitoreo costeras en la Región de Coquimbo	18
» Punta de Choros	19
» Sistema Bahía de Tongoy - Punta Lengua de Vaca	22
» Diagnóstico de los sectores productivos	26
» Diagnóstico de las condiciones de la Bahía de Tongoy y su relación con la productividad del recurso Ostión del Norte durante los años 2021 y 2022	26
» PRONÓSTICO A CORTO PLAZO	28
» Viento, temperatura superficial del mar (TSM) y OLEAJE	28
» GLOSARIO	29
» ANEXOS	33
» Parámetros e instrumentos de las estaciones de monitoreo costeras	32
» Procedencia de los datos analizados	33

!NUEVO PRONÓSTICO!





» ¿QUÉ ES CEAZA?



El Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) es un Centro Regional de Investigación Científica y Tecnológica localizado en la Región de Coquimbo. El CEAZA, fundado en el año 2003 tras el Segundo Concurso de Creación de Unidades Regionales de Desarrollo Científico y Tecnológico del entonces CONICYT (actual ANID), es un consorcio científico formado por la Universidad de La Serena (ULS), la Universidad Católica del Norte (UCN), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-Intihuasi), y el Gobierno Regional de Coquimbo (GORE Coquimbo).

CEAZA tiene como misión promover el desarrollo científico y tecnológico, a través de la realización de ciencia básica y avanzada a nivel inter, multi y transdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la tierra, desde y para la Región de Coquimbo con un alto impacto en el territorio, sus ecosistemas terrestres y marinos, y actividades socioeconómicas.

La investigación y vinculación que desarrolla CEAZA está orientada a mejorar la calidad de vida de las personas junto con 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.

» ¿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.

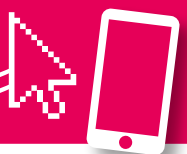
CEAZAMar tiene como objetivos principales:

- ✓ 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.

!NUEVA WEB!

» 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 las 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

Generación de productos atmosféricos y oceanográficos:

Orlando Astudillo, Boris Dewitte, Lucas Glasner, Jorge Inostroza, Cristian Orrego, José Rutllant, Pablo Salinas, María Valladares

Investigadores:

Víctor Aguilera, Claudio Álvarez, Orlando Astudillo, Boris Dewitte, Lucas Glasner, Carlos Henríquez, Laura Ramajo, Marcelo Rivadeneira, José Rutllant, María Valladares

Transferencia y Vinculación:

Pilar Molina

Comunicación:

Marcela Zavala, Pedro Araya

Divulgación y Difusión:

Valentina Aliste, Paloma Núñez, José Luis Rojas

Diseño y Diagramación:

Janina Guerrero

Diseño y Mantención de Plataforma Web:

Carlo Guggiana-Díaz

Comité Externo

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

Equipo Directivo CEAZA:

Carlos Olavarría, Claudio Vásquez

Agradecimientos: Fondecyt 11190999

Citar como:

Boletín CEAZAMar - Julio (2022). Análisis de las Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas de la Región de Coquimbo (Marzo 2022 - Mayo 2022). 33 páginas. DOI: 10.6084/m9.figshare.20341281





» RESUMEN



El presente Boletín CEAZAMar contiene un diagnóstico de las condiciones atmosféricas y oceánicas generales del Pacífico suroriental y en detalle para la Región de Coquimbo durante el periodo comprendido entre el 1 de marzo al 31 de mayo de 2022. Adicionalmente, se provee un diagnóstico de la productividad del Ostión del Norte en la Bahía de Tongoy para el trimestre.

Durante el trimestre comprendido por los meses de marzo, abril, mayo de 2022 persistieron las condiciones frías consistentes con la fase fría de ENOS (La Niña) y con las anomalías negativas de la TSM en los índices El Niño Pacífico Este y Chile El Niño frente a la costa sudamericana. A esta condición contribuyó también la propagación de una onda de Kelvin de surgencia (anomalías negativas del nivel del mar y TSM) a partir de marzo, disipándose a la latitud de Coquimbo.

El viento satelital (10 m) superó en promedio los 5.5 m/s (10.7 nudos) la mayor parte del trimestre. Entre el 10 y 18 de marzo y el 12 al 20 de mayo los promedios fueron inferiores a 5.1 m/s (9.9 nudos), en particular en este último intervalo cuando el promedio alcanzó 4.4 m/s (8.5 nudos). En las transiciones marzo-abril, abril-mayo y mayo-junio los promedios en la costa superaron los 7 m/s (13.6 nudos). Las series temporales por localidades muestran entre el 21 y 29 de mayo, magnitudes de viento promedio de 8.4 m/s (16.3 nudos) en Tongoy y La Cebada, mientras los mínimos promedio se alcanzaron entre el 12 al 20 de mayo con 3.9 m/s (7.5 nudos) en Punta de Choros. A nivel diario los mínimos se observan entre el 15 y 23 de abril, especialmente el día 15 en Coquimbo con 1 m/s (1.9 nudos). La dirección dominante del viento fue del S (73% a 83% del trimestre).

A nivel regional, la **TSM satelital** disminuyó gradualmente en el trimestre. Los periodos del 10 al 18 de marzo de 2022 y del 3 al 11 de mayo del 2022 exhibieron la mayor y menor TSM en promedio a lo largo de la costa con 16.6°C y 14.4°C, respectivamente. En el periodo comprendido entre el 28 de marzo y 5 de abril de 2022 se observan las primeras temperaturas inferiores a 14°C en la costa, las cuales se asocian a la surgencia en respuesta a la mayor magnitud del viento en ese periodo. A nivel de localidades, Chañaral de Aceituno y Punta de Choros registraron las máximas temperaturas del periodo (18.8°C y 18.3°C, respectivamente) entre el 15 y el 20 de marzo de 2022, consistente con el mínimo en los vientos del Sur de ese periodo. A principios y fines de marzo se observaron temperaturas frías por debajo del registro histórico (promedio de TSM 2008-2020) en todas las *localidades costeras*, debido a los eventos de surgencia de los días 6 y 30 de dicho mes. La mínima temperatura del trimestre ocurrió durante este evento, en Huentelauquén, el 1 de abril, con 12.7°C.

Clorofila superficial satelital. Las máximas concentraciones se observaron desde el 1 al 9 de marzo y del 10 al 18 de marzo con

promedios costeros de 1.39 y 1.55 mg/m³, respectivamente. Un aumento destacable se observa en Punta de Choros (6.0 mg/m³), en Tongoy (4.4 mg/m³) y en Los Vilos (3.6 mg/m³) durante el periodo del 28 de marzo al 6 de abril, los cuales constituyen los últimos valores por sobre el promedio histórico del trimestre.

Observaciones locales

El índice de surgencia 1, que cuantifica el transporte de Ekman, muestra en Punta de Choros los mayores valores acumulados *en los periodos desde el* 24 de abril al 2 de mayo y del 21 al 29 de mayo (12.1 y 12.8 m³/s respectivamente). El máximo transporte diario del trimestre se estimó para el 28 de abril con 5.6 m³/s, en sincronía con el máximo viento del sur del trimestre. En la Bahía de Tongoy se superaron los 10 m³/s entre el 28 de marzo al 14 de abril, el 24 de abril al 2 de mayo y el 21 al 29 de mayo. El máximo valor diario ocurrió el día 30 de abril con 4.5 m³/s.

El índice de surgencia 2, que integra las anomalías de la TSM, muestra para Punta de Choros tres eventos anormalmente fríos: a principios de marzo, fines de marzo y a fines de abril, con duración de 11.2, 13.4 y 10.5 días, y enfriamientos integrados de 12°C, 5.7°C y 3.1°C respectivamente. La *Bahía de Tongoy* sólo registró los dos primeros eventos fríos, con una duración de 10.3 días y un enfriamiento integrado 10.2°C para el primero, y una duración de 10.7 días y un enfriamiento integrado de 9.2°C para el segundo.

El oxígeno disuelto y la saturación de oxígeno presentaron valores promedio para el trimestre de 4.8 mL/L y 82.2%, respectivamente, con un mínimo de 1.9 mL/L (31.4%) el 1 de marzo de 2022, coincidente con el primer evento de surgencia del trimestre y un máximo de 6.8 mL/L (115.9%) el 27 de mayo de 2022, luego del periodo de vientos débiles precedente.

La **clorofila** mostró un promedio trimestral de 5.9 mg/m³, duplicando el valor registrado en el trimestre previo (2.9 mg/m³), con un mínimo de 1 mg/m³ el 17 de mayo de 2022, asociado con los débiles vientos del periodo, y un máximo de 17.9 mg/m³ el 4 de marzo de 2022, en concordancia con el primer evento frío del trimestre.

En cuanto al diagnóstico de sectores productivos, desde abril de 2022 los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la bahía de Tongoy se encuentran dentro de valores históricos al mismo trimestre de años anteriores. A partir de la mitad de dicho mes, los registros de concentración de oxígeno y clorofila en Tongoy se incrementaron sostenidamente. En simultáneo, el análisis comparativo de la talla promedio y el rendimiento en los desembarques de ostiones en la bahía de Tongoy, en relación a igual trimestre en los años previos, refleja un leve incremento en relación al 2021 y el 2018, posicionándolo en tercer lugar por debajo de los años 2019 y 2020.



» MENSAJES DESTACADOS

**1**

Durante el trimestre marzo-mayo de 2022 se incrementaron las condiciones oceánicas frías a escala regional, consistentes con la presencia de La Niña, la cual sigue activa en la actualidad.

2

A escala regional, se observó un incremento en la magnitud del viento de surgencia en relación al trimestre anterior y a igual periodo de 2021.

3

Los eventos de surgencia del periodo se asociaron con un enfriamiento de la temperatura del mar y una reducción del oxígeno disuelto, secundados por un incremento de las concentraciones de clorofila principalmente en los meses de marzo y abril.

4

La temperatura subsuperficial en la bahía de Tongoy se mantuvo al igual que en los meses precedentes bajo el promedio histórico de mediciones.

5

La concentración de oxígeno disuelto y clorofila en la bahía de Tongoy aumentó en relación a los meses previos y al mismo periodo de 2021.

6

El análisis comparativo de la talla promedio y el rendimiento en los desembarques de ostiones en la bahía de Tongoy registró un leve incremento en relación al 2021 y el 2018, posicionándolo en tercer lugar por debajo de los años 2019 y 2020

» PRONÓSTICOS REGIONALES Y LOCALES

CEAZAMar provee pronósticos regionales y locales para la Región de Coquimbo para los próximos 10 días de temperatura superficial del mar (TSM) y vientos. Más información sobre cómo se construyen los pronósticos en la página 26 de este boletín.

Pronóstico Temperatura Superficial del Mar (TSM), viento y oleaje

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), nivel del mar, 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 Chañaral de Aceituno, 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 Sur Oriental

Anomalia Mensual de la Temperatura Superficial del Mar (TSM)

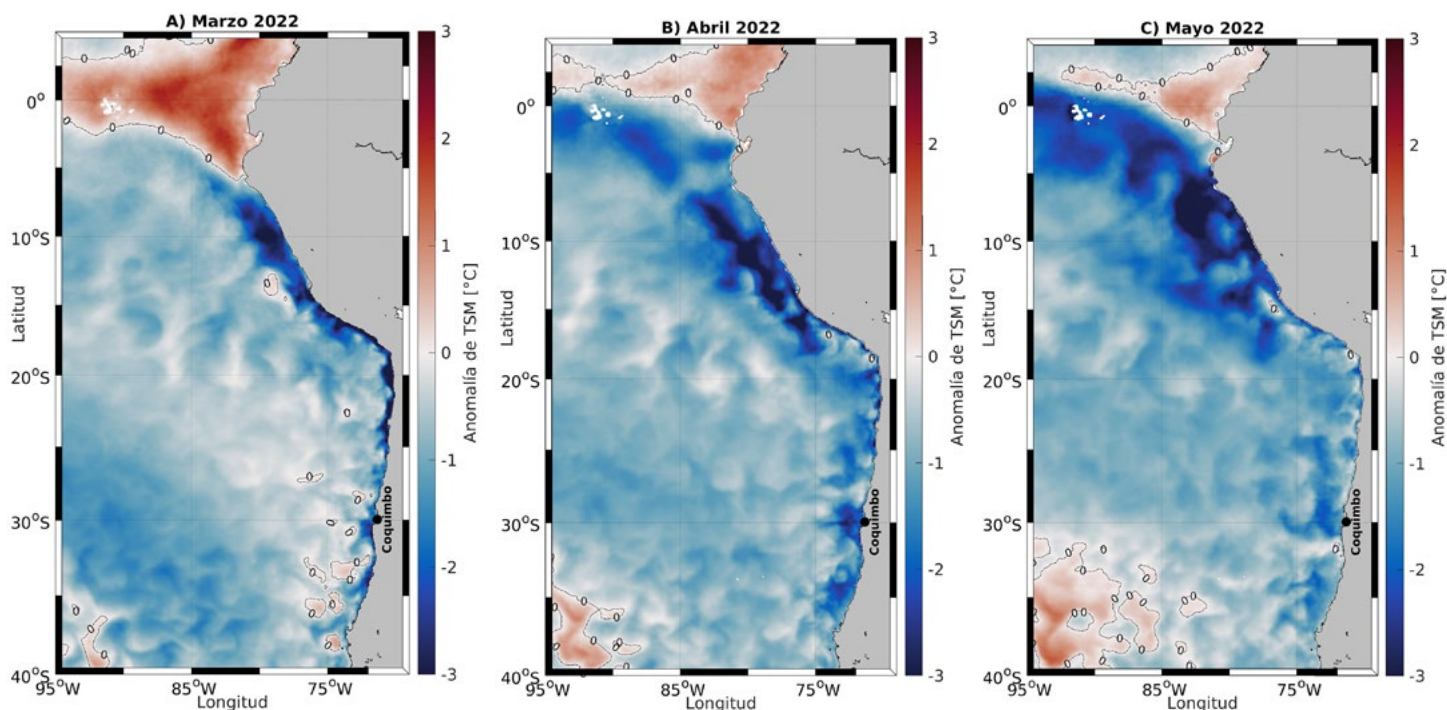


Figura 1. Anomalia mensual de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) (°C) de (A) marzo de 2022, (B) abril de 2022 y (C) mayo de 2022.

Las anomalías de TSM se calcularon con respecto al periodo 2006-2019. Los colores rojos en el mapa indican zonas en las que la TSM mostró valores por encima del promedio histórico para ese mes, mientras que los colores azules señalan TSMs por debajo del promedio mensual histórico observado entre los años 2006 y 2019. Los contornos punteados indican las localizaciones en las que la anomalía de TSM es igual a cero (valores similares a lo observado en el período comprendido entre el año 2006 y 2019). Se muestra con un punto negro la localidad de Coquimbo.

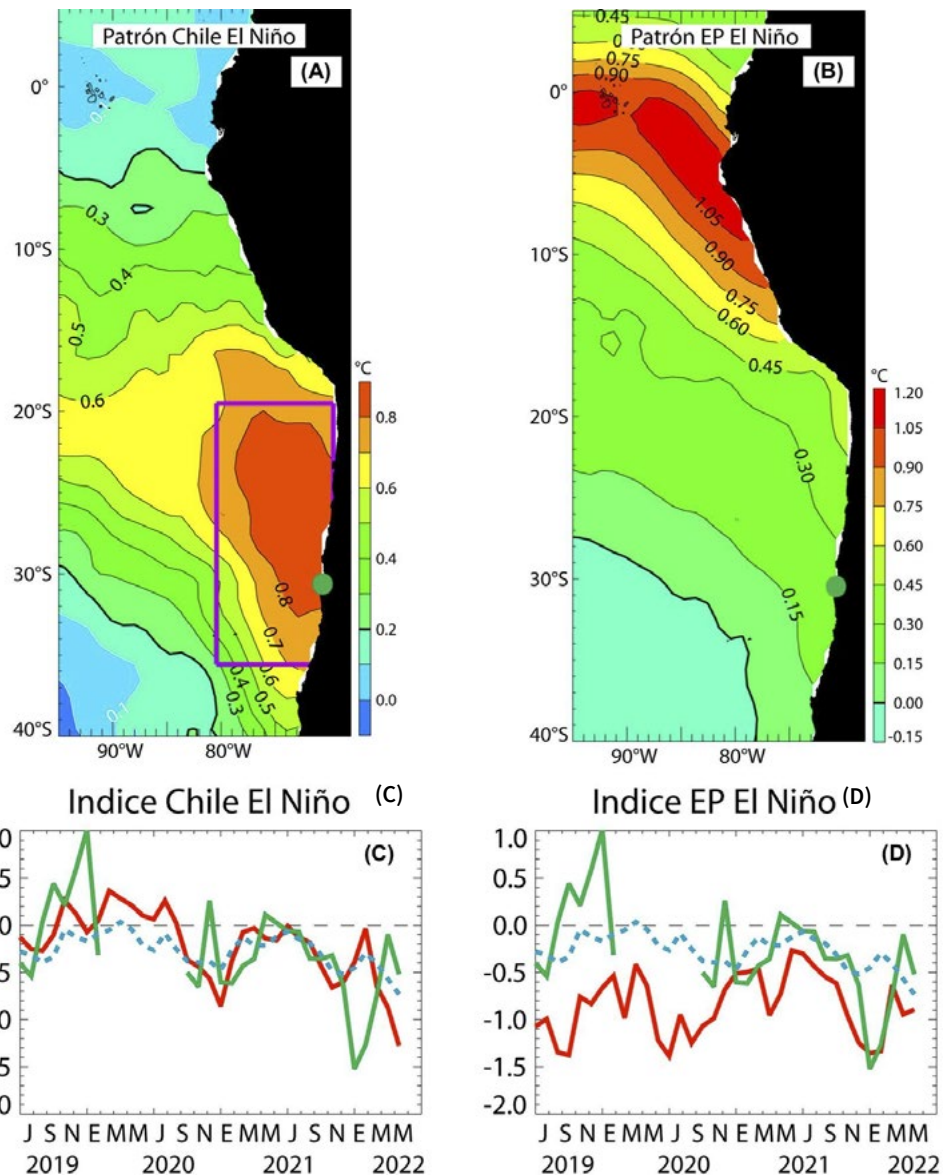
Para el trimestre comprendido entre marzo y mayo de 2022, se observa la persistencia de la anomalía negativa de la temperatura superficial del mar (TSM) (es decir, el cambio de esta variable en relación al promedio histórico calculado entre los años 2006 - 2019) para gran parte de la región del

Pacífico Suroriental, lo cual es consistente con condiciones frías ENSO-La Niña. Adicionalmente, estas anomalías frías resultaron mayores a las observadas en igual periodo durante el año 2021 (ver Figura 1 en Boletín CEAZAMAR [Julio 2021](#)).



Condiciones climáticas: Índices El-Niño Chileno y El-Niño Este Pacífico (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 temperatura superficial del mar (TSM) en °C. (B) Patrón del modo climático El Niño (EN) del Pacífico Este. Colores y contornos indican anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C. (C) Comparación de la evolución del índice Chile El Niño (CEN) (rojo), de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) en Tongoy entre las observaciones (en verde) y la solución de un modelo estadístico (en azul punteado) entre junio de 2019 y mayo de 2022. 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 temperatura superficial del mar (TSM) en Tongoy para las observaciones (en verde) y la solución de un modelo estadístico (en azul punteado) entre junio 2019 y mayo 2022. Las anomalías en temperatura superficial del mar (TSM) fueron calculadas usando como referencia el período comprendido entre 1960 y 2019.



Los distintos modos climáticos que se encuentran en el Pacífico Sudeste condicionan las características de la circulación costera y ambientales a lo largo de la costa de Chile central. Para el periodo comprendido entre el 1 de marzo de 2022 y 31 de mayo de 2022, el análisis de las condiciones climáticas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) indica que la amplitud del índice CEN (Chile El Niño) y de índice EN (El Niño EP) se mantienen con valores negativos, indicando una persistencia de condiciones frías frente a la costa de América del Sur. La tendencia del índice CEN cambió abruptamente de positivo a negativo a partir de febrero 2022, indicando un retorno a condiciones significantes frías frente a Coquimbo durante los próximos meses.



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.

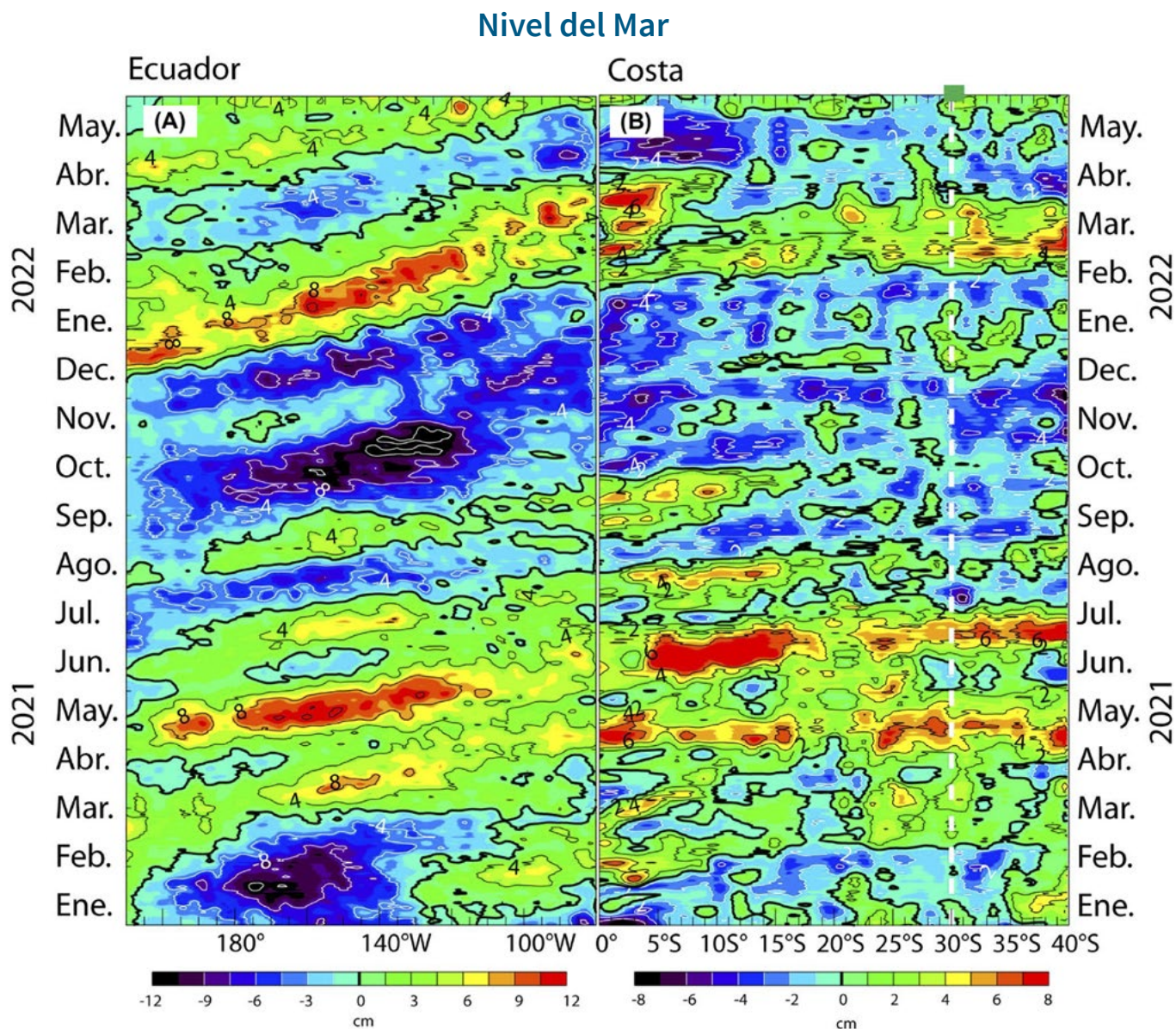
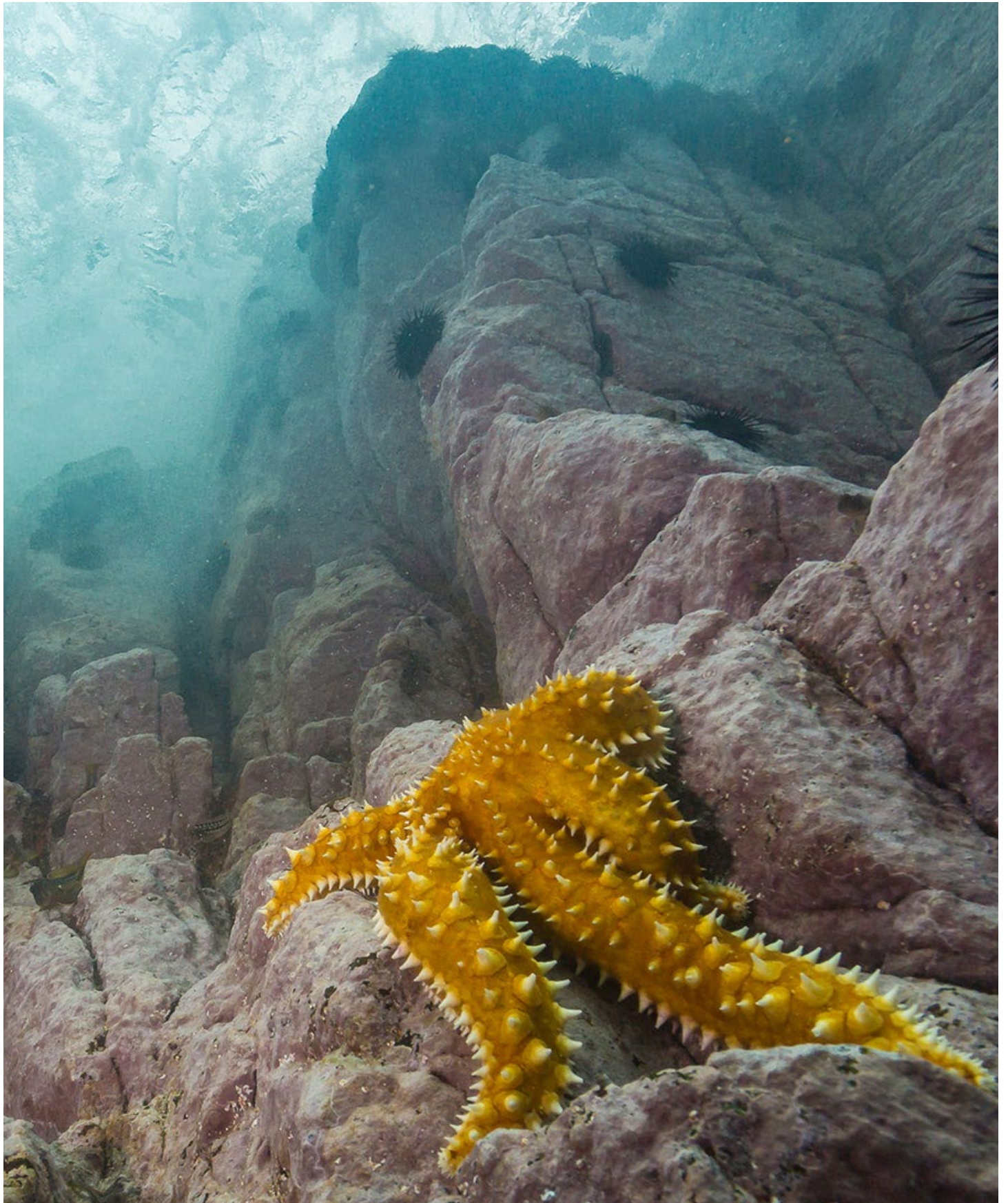


Figura 3: Evolución de las anomalías del nivel del mar a lo largo (A) del Ecuador y (B) de la costa para el período comprendido entre el 1 enero de 2021 al 31 de Mayo de 2022. Los cambios en el nivel del mar se muestran en centímetros (cm).

La evolución de la actividad de ondas de Kelvin ecuatoriales de los últimos meses indican la ocurrencia de una onda de Kelvin de afloramiento (anomalías negativas del nivel del mar) en marzo 2022, la cual se propagó a lo largo de la costa (Figura 3 derecha) disipándose al llegar a la latitud de Coquimbo. Esa onda participó en mantener condiciones frías a lo largo de la costa. A partir de abril 2022, se gatilló una onda de Kelvin de hundimiento (anomalías positivas del nivel del mar) a lo largo del ecuador de amplitud débil (~4 cm) a partir de abril de 2022 (Figura 3 izquierda), la que alcanzó la costa de América del Sur en Mayo 2022. Su amplitud no parece suficiente para oponerse a las condiciones frías persistentes.



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

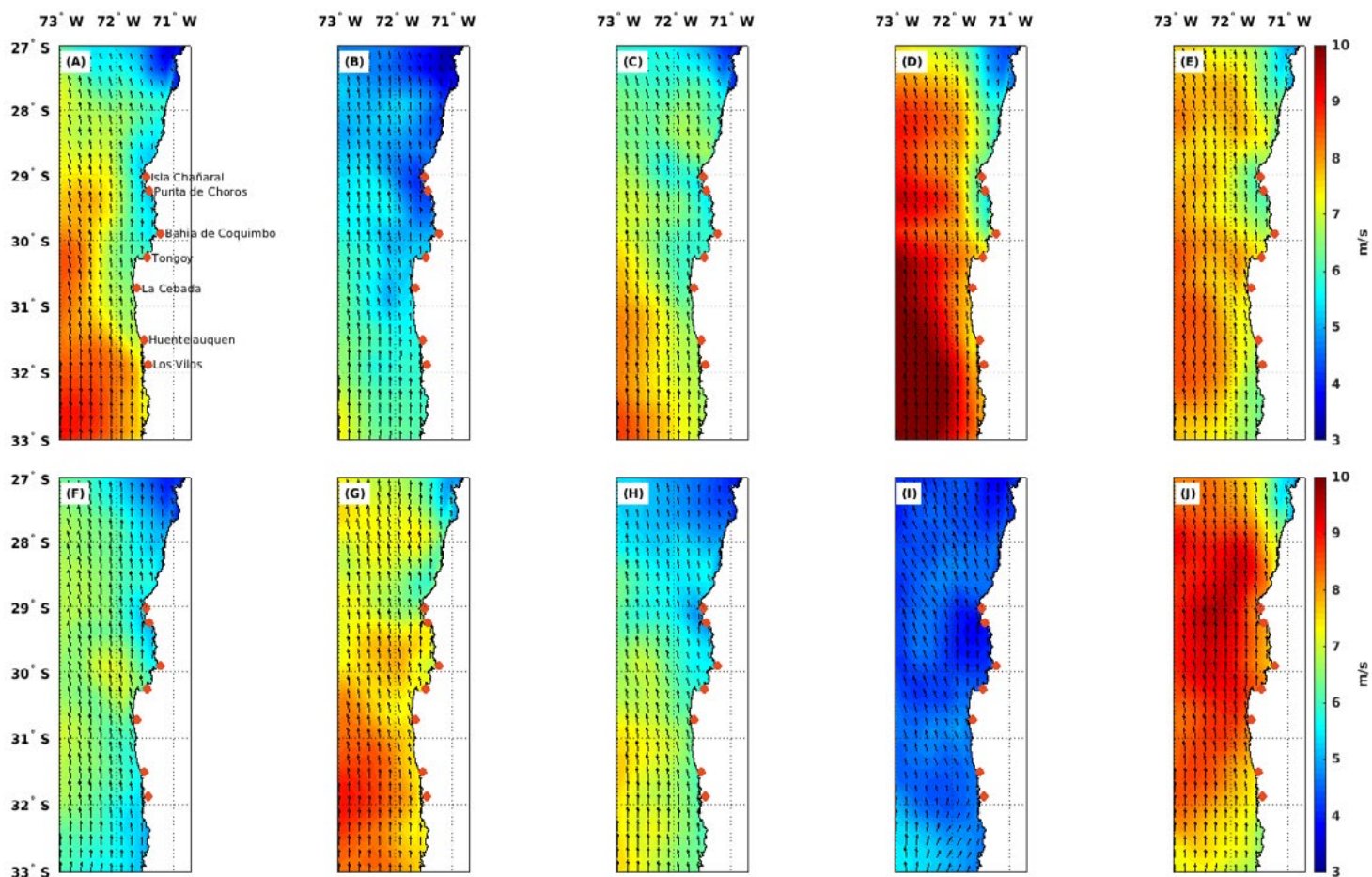


Figura 4. Promedio de la velocidad (m/s) y dirección de viento estimada a través de la observación satelital a 10 metros sobre el nivel del mar frente a la Región de Coquimbo entre el 1 de marzo al 31 de mayo de 2022.

Cada imagen muestra el promedio para ambas variables (velocidad y dirección de viento) para un período de 9 días (A) 1-mar-2022 a 9-mar-2022 (B) 10-mar-2022 a 18-mar-2022, (C) 19-mar-2022 a 27-mar-2022, (D) 28-mar-2022 a 05-abr-2022, (E) 6-abr-2022 a 14-abr-2022, (F) 15-abr-2022 a 23-abr-2022, (G) 24-abr-2022 a 2-mayo-2022, (H) 3-mayo-2022 a 11-mayo-2022, (I) 12-mayo-2022 a 20-mayo-2022, y (J) 21-mayo-2022 a 29-mayo-2022.

Se muestran con puntos rojos las localidades de Chañaral de Aceituno, Punta de Choros, Bahía de Coquimbo, Bahía de Tongoy, La Cebada, Huentelauquen y Los Vilos.

Durante el trimestre comprendido entre marzo y mayo del 2022, se observó un aumento en la magnitud del viento con respecto al trimestre previo diciembre-febrero e igual trimestre del 2021 (ver figura 4 en Boletines CEAZAMAR de [abril 2022](#) y [Julio 2021](#), respectivamente). Las velocidades medias en superficie superaron los 5.5 m/s (10.7 nudos) en la mayoría del trimestre, a excepción de los períodos del 10 al 18 de marzo y del 12 al 20 de mayo (Figura 4B e

I) los cuales registraron promedios inferiores a 5.1 m/s (9.9 nudos). Adicionalmente, los períodos que coinciden con la transición marzo-abril, abril-mayo y mayo-junio (Figura 4D, G y J) presentaron las mayores magnitudes de viento, con promedios en la costa superiores a 7 m/s (13.6) en contraposición al período del 12 al 20 de mayo, el cual presentó las menores velocidades de viento del trimestre, con un promedio de 4.4 m/s (8.5 nudos).

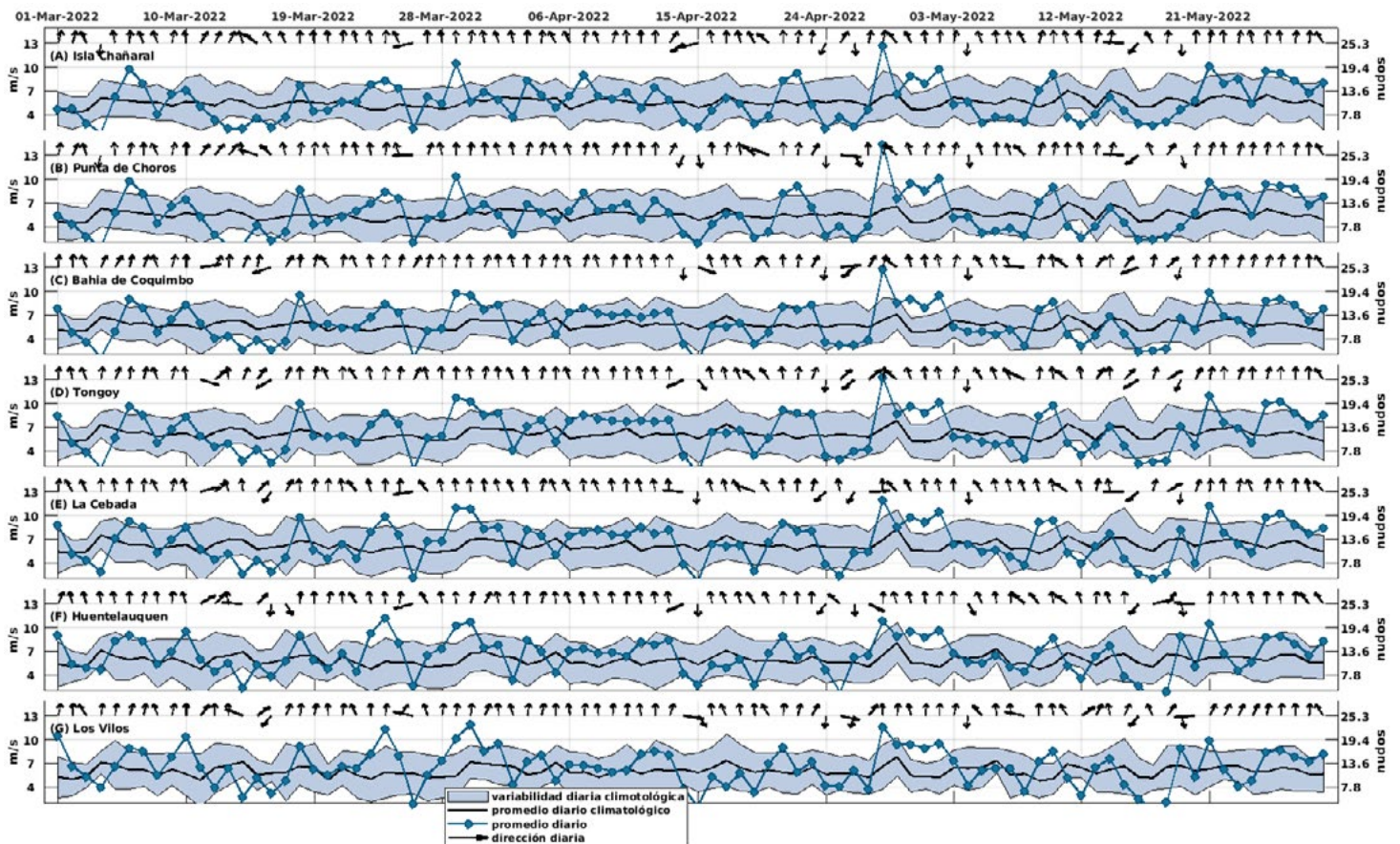


Figura 5. Series diarias de la velocidad (en m/s y nudos) y dirección de viento promedio diario satelital para las localidades de (A) Chañaral de Aceituno, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, (D) Bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y Los Vilos entre el 1 de marzo del 2022 al 29 de mayo del 2022 (curva azul punteada). Adicionalmente, se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento (curva negra) y su anomalía (sombreado azul), es decir, su desviación estándar respecto al período histórico comprendido entre el año 2008 y 2020.

El análisis de viento satelital para las localidades costeras (ver curvas punteadas en azul en la Figura 5) indica que las localidades de Tongoy y La Cebada presentaron entre 21 y 29 de mayo los máximos promedios de magnitud de viento con 8.4 m/s (16.3 nudos). Por otro lado, los menores promedios de viento ocurrieron en el período anterior del 12 al 20 de mayo con el mínimo promedio de 3.9 m/s (7.5 nudos) en la localidad de Punta de Choros (Figura 5 B). A escala diaria los máximos vientos ocurrieron el día 27 de abril en todas las localidades con la máxima de 14.4 (28 nudos) en la localidad de Punta de Choros. En contraposición los mínimos vientos ocurrieron en el período del 15 al 23 de abril con el mínimo de 1 m/s (1.9

nudos) en la Bahía de Coquimbo el día 15 de abril (Figura 5 C). Con respecto a la dirección del viento, la totalidad de las localidades costeras registraron mayoritariamente viento sur (73% a 83% del trimestre), y en semejante medida viento del sureste y del norte (3.3% al 7.8% del trimestre). Se destacan las localidades de Isla Chañaral y Bahía de Coquimbo por presentar vientos del sur favorables a la surgencia durante más del 80% del trimestre, y las localidades de Punta de Choros y Huentelauquén por presentar vientos del norte (7 y 6 días respectivamente), no favorables a la surgencia, en más del 6% del trimestre.



Temperatura Superficial del Mar (TSM)

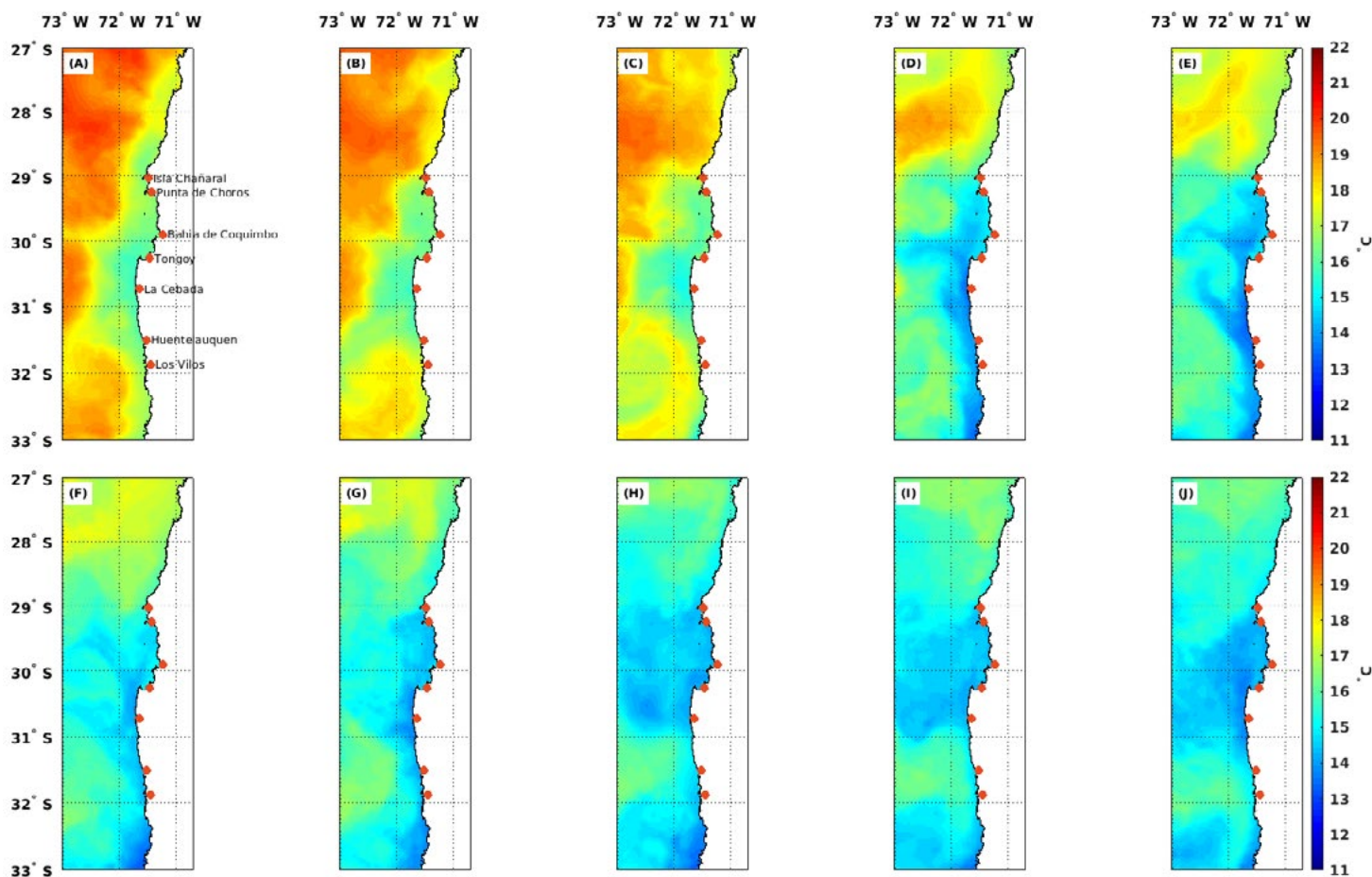


Figura 6. Temperatura Superficial del Mar (TSM) (°C) estimada a través de la observación satelital de la superficie oceánica frente a la Región de Coquimbo entre el 1 de marzo de 2022 al 29 de mayo de 2022. Cada imagen muestra el promedio para la TSM para un período de 9 días (A) 1-mar-2022 a 9-mar-2022 (B) 10-mar-2022 a 18-mar-2022, (C) 19-mar-2022 a 27-mar-2022, (D) 28-mar-2022 a 5-abr-2022, (E) 6-abr-2022 a 14-abr-2022, (F) 15-abr-2022 a 23-abr-2022, (G) 24-abr-2022 a 2-may-2022, (H) 3-may-2022 a 11-may-2022, (I) 12-may-2022 a 20-may-2022, y (J) 21-may-2022 a 29-may-2022. Se muestran con puntos rojos las localidades de Chañaral de Aceituno, Punta de Choros, Bahía de Coquimbo, Bahía de Tongoy, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos.

Para el trimestre en revisión, la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la región oceánica y costera de la Región de Coquimbo disminuyó gradualmente entre los meses de marzo de 2022 y mayo de 2022, como respuesta a la menor radiación solar propia de los meses de transición entre verano y otoño, registrándose temperaturas menores a las observadas en igual periodo de 2021 (ver figura 6 en Boletín CEAZAMAR [Julio 2021](#)). Los periodos comprendidos entre el 10 al 18 de marzo de 2022 y del 3 al 11 de mayo del 2022 exhibieron la mayor y menor TSM en promedio a lo largo de

la costa con 16.6°C y 14.4°C, respectivamente (Figura 6 B e H). En el periodo comprendido entre el 28 de marzo y 5 de abril de 2022 (Figura 6 D) se observan las primeras temperaturas inferiores a 14°C en la costa, las que se asocian a la surgencia de aguas frías en respuesta a la mayor magnitud del viento en ese periodo (Figura 4 D). Desde la fecha hasta el presente, a pesar de que la dinámica de surgencia ha ido en retroceso, las temperaturas se han mantenido en torno a los 15°C consistente a la variación estacional esperada para la época.

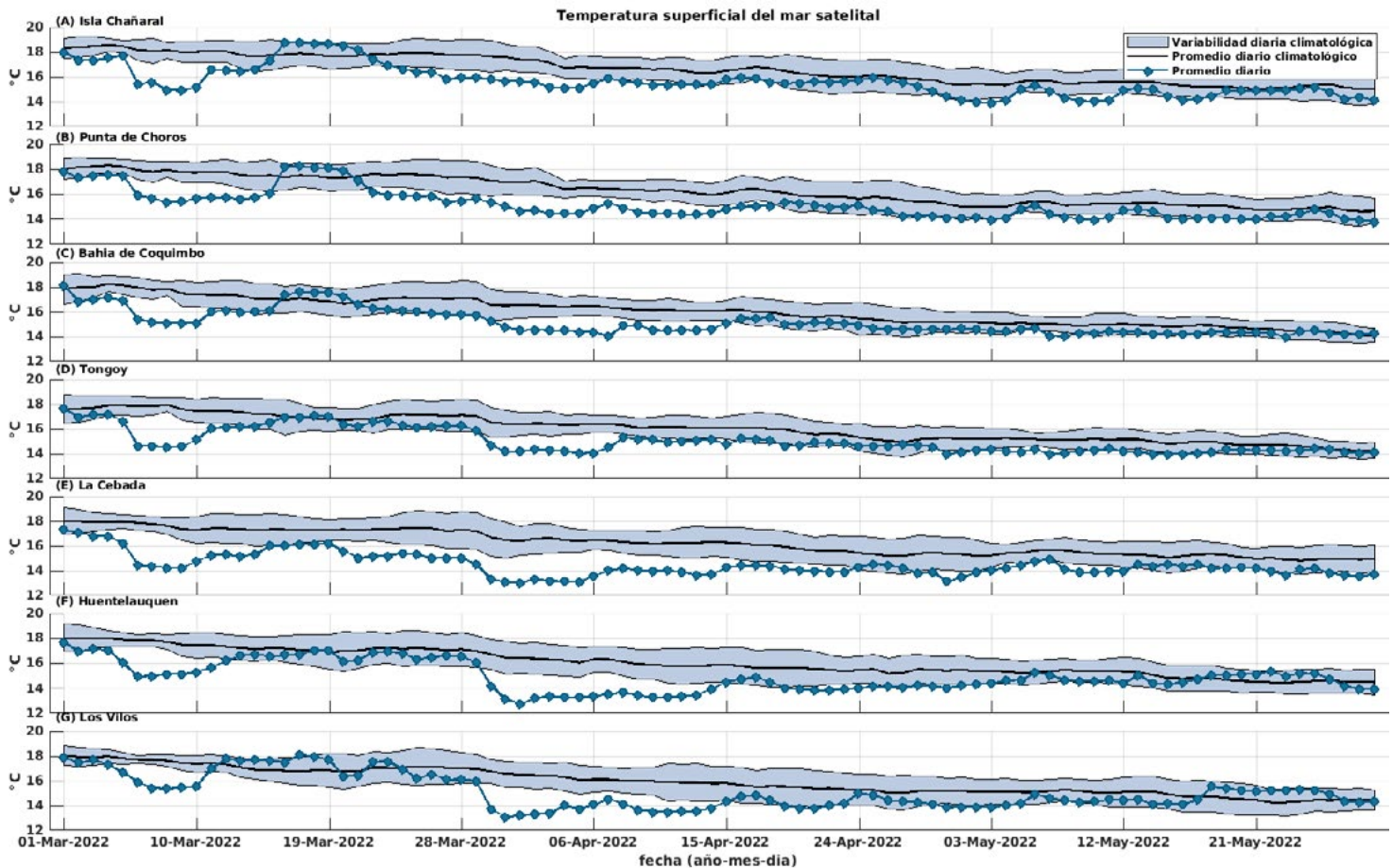


Figura 7. Series diarias de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) (°C) para las localidades de (A) Chañaral de Aceituno, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, (D) Bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de marzo del 2022 al 29 de mayo del 2022 (curva azul punteada). Promedio diario histórico de TSM (curva negra) y desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2008 y 2020.



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.

En cuanto a las localidades costeras, en el extremo norte de la región, Chañaral de Aceituno y Punta de Choros registraron las máximas temperaturas del período (18.8°C y 18.3°C, respectivamente) entre el 15 y el 20 de marzo de 2022 (Figura 7A y 7B). A principios y fines de marzo se observaron temperaturas frías por debajo del registro histórico (promedio de TSM 2008-2020) en todas las localidades costeras, debido a los eventos de surgencia del día 6 y 30 de dicho mes. El primer evento afectó transversalmente la región mientras que el segundo estuvo focalizado principalmente en el sur de ésta con las mínimas temperaturas entre Tongoy y Los Vilos (Figura 5 D, E, F y G). La mínima temperatura del trimestre ocurrió durante este evento, en la localidad de Huentelauquén, el 1 de abril, con 12.7°C, temperatura que luego aumentó junto con el resto de las localidades costeras hasta magnitudes en torno a lo esperado para la fecha.



Clorofila superficial

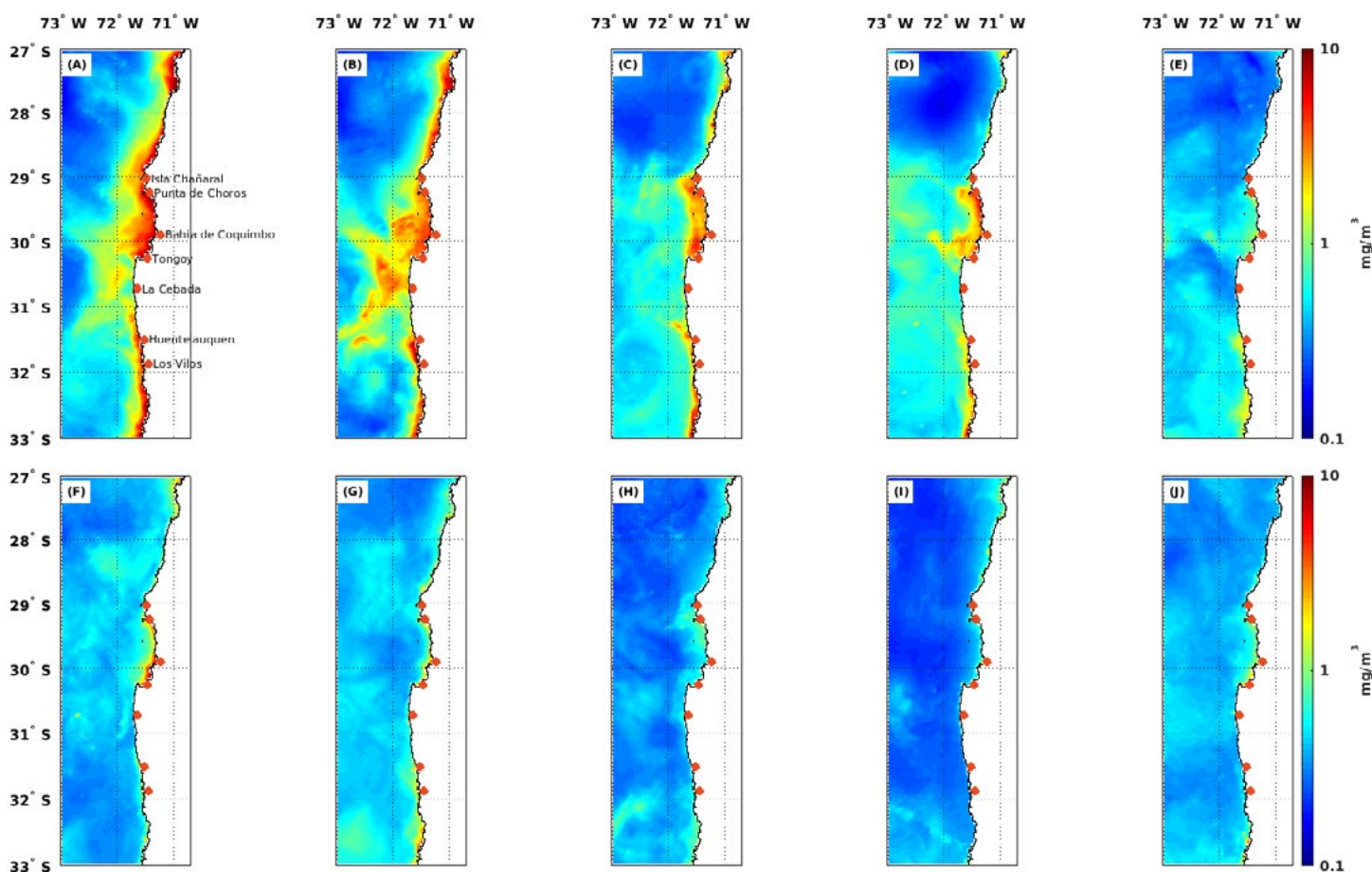


Figura 8. Concentración de clorofila superficial estimada a través de observaciones satelitales (mg/m^3) para la Región de Coquimbo entre el 1 de marzo de 2022 y el 28 de mayo de 2022. Cada imagen muestra el promedio para la concentración de clorofila para un período de 9 días (A) 1-mar-2022 a 9-mar-2022 (B) 10-mar-2022 a 18-mar-2022, (C) 19-mar-2022 a 27-mar-2022, (D) 28-mar-2022 a 05-abr-2022, (E) 6-abr-2022 a 14-abr-2022, (F) 15-abr-2022 a 23-abr-2022, (G) 24-abr-2022 a 1-may-2022, (H) 2-may-2022 a 10-may-2022, (I) 11-may-2022 a 19-may-2022, y (J) 20-may-2022 a 28-may-2022. Se muestran con puntos azules las localidades de Chañaral de Aceituno, Punta de Choros, Bahía de Coquimbo, Bahía de Tongoy, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos.

En el trimestre comprendido entre marzo y mayo de 2022 se registraron concentraciones de clorofila menores al trimestre precedente (ver boletín CEAZAMAR [abril 2022](#)), a excepción de los periodos del 1 al 9 de marzo y del 10 al 18 de marzo con promedios costeros de 1.39 y $1.55 \text{ mg}/\text{m}^3$ respectivamente (Figura 8A y 8B). Estos periodos máximos resultan coincidentes con el inicio del otoño, donde la radiación aún es favorable para los organismos fotosintéticos portadores de clorofila. El máximo promedio costero de la concentración de clorofila satelital ($4.31 \text{ mg}/\text{m}^3$) se registró en el periodo del 10 al 18 de marzo (Figura 8B), el cual presenta a su vez la mayor variabilidad ($\pm 1.14 \text{ mg}/\text{m}^3$). A lo largo de la costa, desde el 28 de marzo al 5 de abril (Figura 8D) la concentración de clorofila disminuyó progresivamente con el tiempo, para luego mantenerse constante en valores inferiores a $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ en la mayoría de abril y la totalidad de mayo. Finalmente, el período con la menor concentración de clorofila promedio detectada ($0.15 \text{ mg}/\text{m}^3$) se registró en el subperíodo entre el 12 al 20 de mayo, el cual presentó también la menor variabilidad (± 0.08).



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.

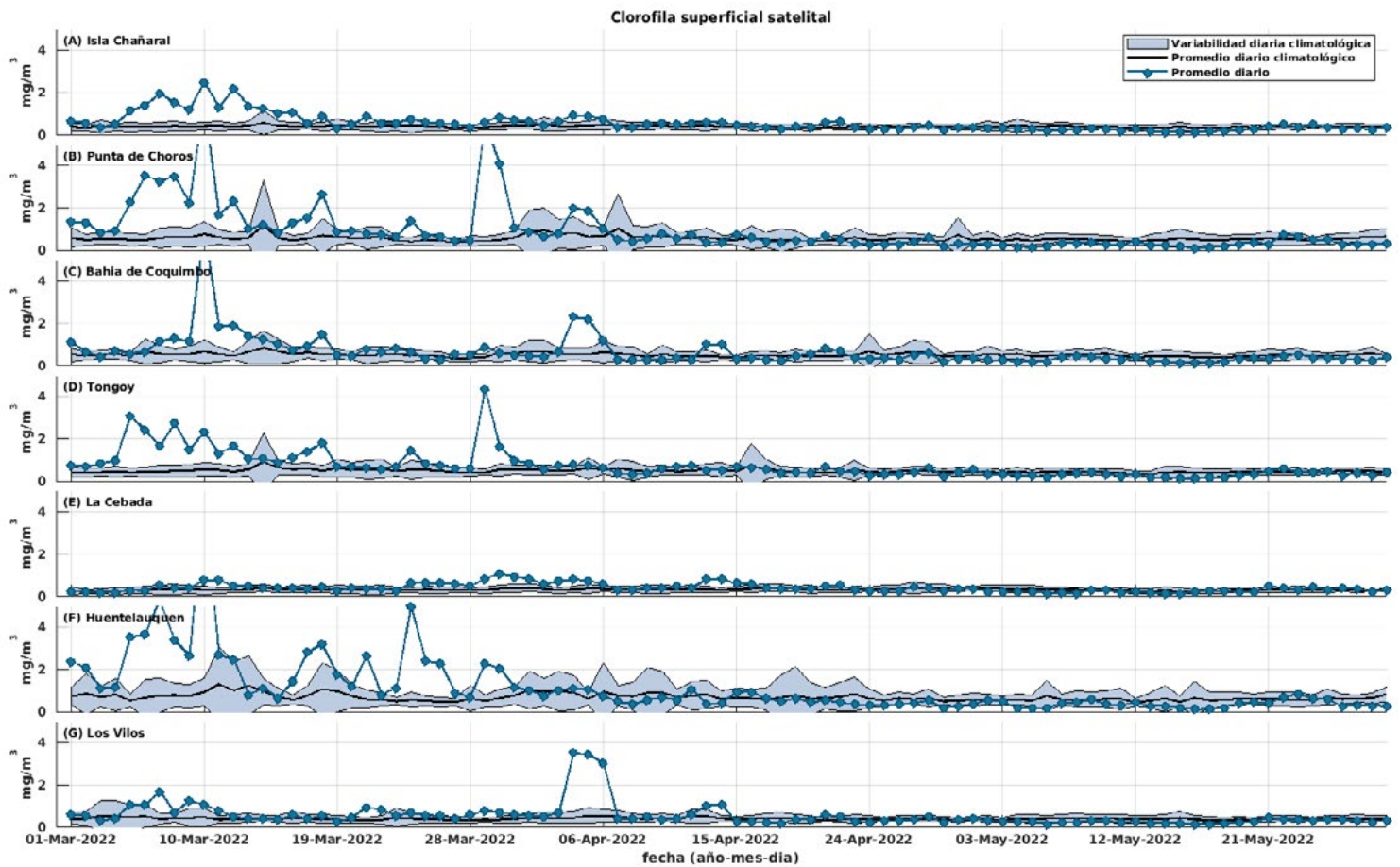


Figura 9. Series diarias de clorofila satelital (superficial) (mg/m^3) para las localidades de (A) Chañaral de Aceituno, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, (D) Bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos entre el 1 de marzo del 2022 al 29 de mayo del 2022. Se muestran los datos diarios de clorofila (curva azul punteada), el promedio diario histórico (línea negra) y su desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2008 y 2020.

A nivel de localidades costeras, entre Punta de Choros y Huentelauquén las observaciones de clorofila registraron fluctuaciones máximas por sobre $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ en el período comprendido entre el 10 y el 17 de marzo de 2022 (Figura 9 C y F). Un aumento destacable de la concentración de clorofila se observa en Punta de Choros ($6.0 \text{ mg}/\text{m}^3$), en Tongoy ($4.4 \text{ mg}/\text{m}^3$) y en Los Vilos ($3.6 \text{ mg}/\text{m}^3$) durante el periodo del 28 de marzo al 6 de abril de 2022 (Figura 9 B Y D), los cuales constituyen los últimos valores por sobre el

promedio histórico del trimestre. Luego, desde principios de abril hasta fin de mayo, toda la región ha presentado una baja productividad biológica, con la mínima concentración de clorofila en Punta de Choros ($0.12 \text{ mg}/\text{m}^3$) en el periodo del 12 al 21 de mayo de 2022. Aún así, esta baja productividad biológica se encuentra dentro de lo observado históricamente (Figura 9 B) y en términos generales resulta mayor a lo observado en igual periodo del 2021 (ver Figura 9 en Boletín CEAZAMAR [Julio 2021](#)).



Observaciones locales

» Localización de las estaciones costeras en la Región de Coquimbo

Esta sección presenta un diagnóstico de la información meteorológica y oceanográfica para el trimestre comprendido entre el 1 de marzo de 2022 hasta el 31 de mayo de 2022 para 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.cezamet.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.

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.cezamet.cl).



» Punta de Choros

Índice de surgencia

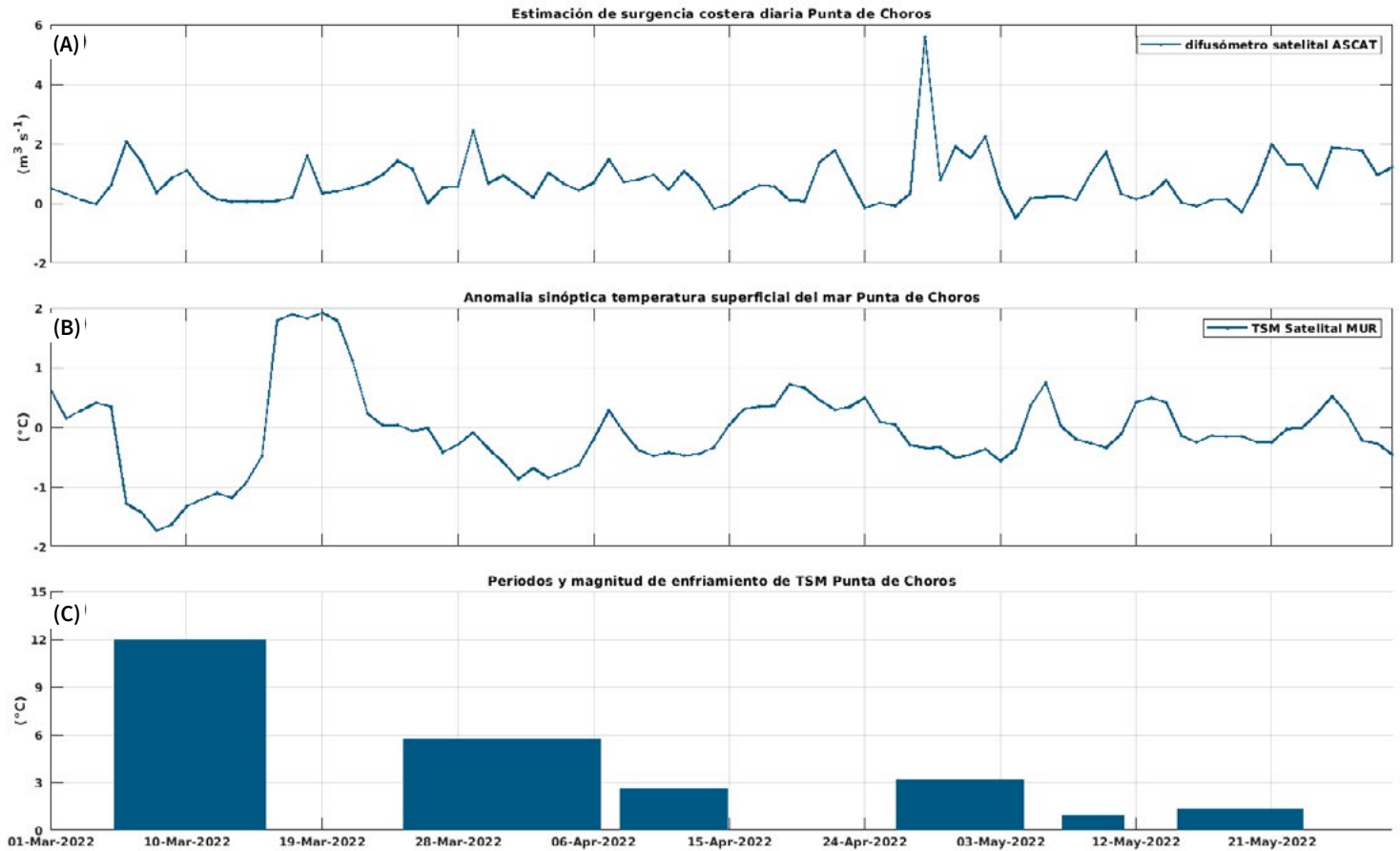


Figura 10. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en Punta de Choros. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) ($^\circ\text{C}$). (C) Índice termal de surgencia costera (enfriamiento 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 al boletín anterior, el índice derivado del viento indica un aumento del volumen de agua transportado por la surgencia en la localidad de Punta de Choros. En particular, se destacan los períodos del 24 de abril al 2 de mayo y del 21 al 29 de mayo por presentar los mayores transportes acumulados (12.1 y $12.8 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente). Por otro lado, el máximo transporte diario del trimestre se estima para el 28 de abril con $5.6 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figura 10A) en sincronía con el máximo viento sur del trimestre (Figuras 5B y 11A). En contraparte, el período del 12 al 20 de mayo presentó el mínimo transporte de agua, el cual ocurrió los días con mayores cambios en la dirección del viento (Figuras 5B y 11A), situación no favorable para la surgencia costera.

En base al segundo índice de surgencia, el que está basado en las anomalías de temperatura integradas (ver Glosario), se destacan 3 eventos de temperaturas anormalmente frías, en principios de marzo, fines de marzo y a fines de abril. Los eventos tuvieron una duración de 11.2, 13.4 y 10.5 días, los que estuvieron asociados a un enfriamiento integrado de 12°C , 5.7°C y 3.1°C respectivamente. Finalmente, se destaca la pérdida de eficiencia del forzamiento del viento surgencia con el avance del otoño producto de la profundización de la capa de mezcla oceánica.



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 pro-

fundas 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 CO_2 (elevada acidez) y bajas concentraciones de oxígeno disuelto lo que genera eventos locales de acidificación y desoxigenación del océano, respectivamente.





Condiciones atmosféricas

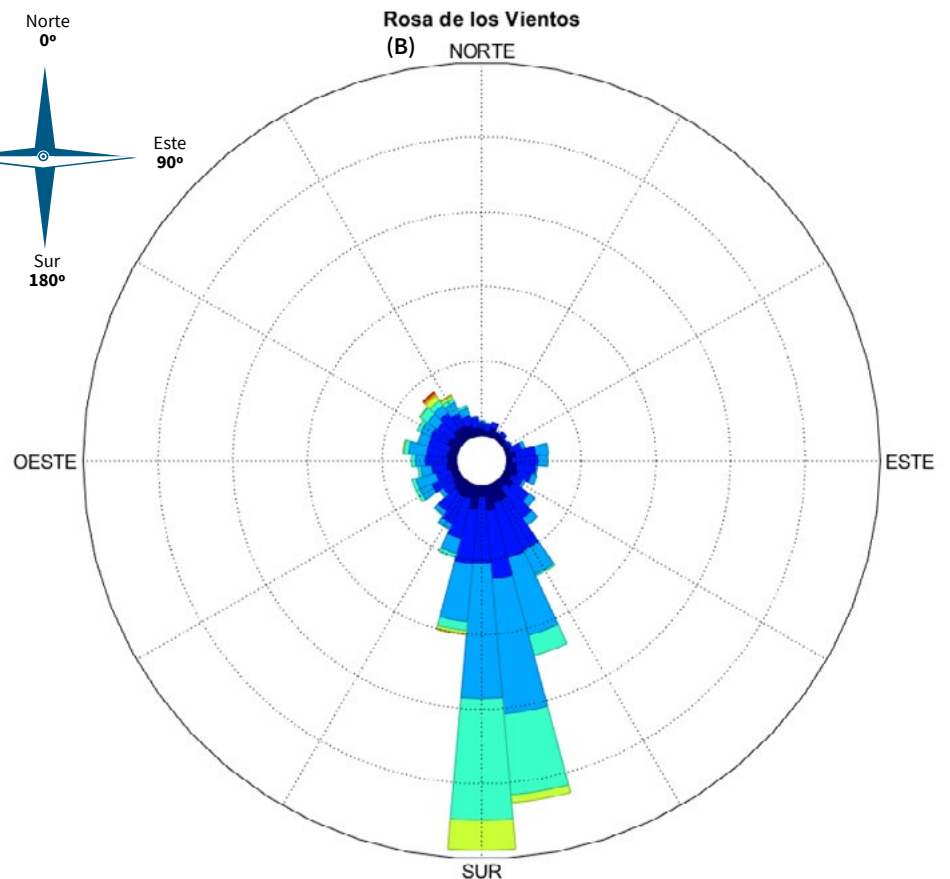
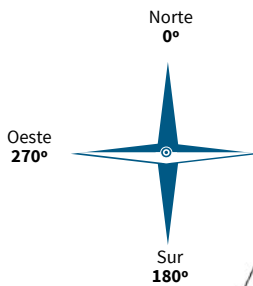
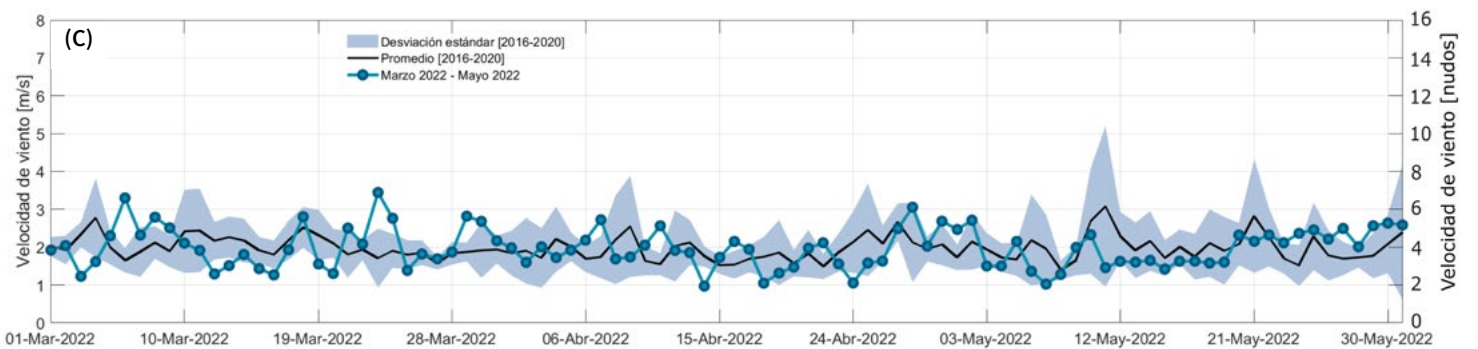
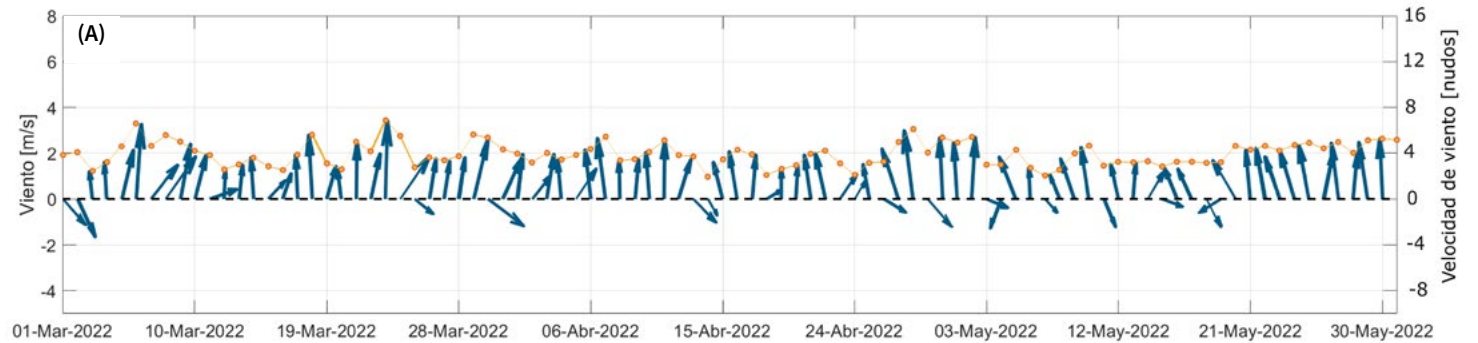


Figura 11. (A) Promedio del vector y magnitud del viento diario (en m/s y nudos) registrados en la estación costera de Punta de Choros. (B) Rosa de los vientos con datos horarios. Los datos corresponden al periodo comprendido entre el 1 de marzo de 2022 y el 31 de mayo de 2022. (C) Velocidad de viento (m/s y nudos) registrada en la estación costera de Punta de Choros. Datos diarios (línea azul) entre el 1 de marzo de 2022 y el 31 de mayo de 2022. Promedio trimestral de velocidad de viento (línea negra) y desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2016 y 2020.



» Sistema Bahía de Tongoy - Punta Lengua de Vaca

El sistema Bahía de Tongoy – Punta Lengua de Vaca presentó predominancia de viento proveniente del Sur (Figura 4, Figura 5D, Figura 13A y Figura 13B), con mayor intensidad durante el periodo comprendido entre 15 al 23 de enero de 2022 (Figura 4F y Figura 5D), coincidente con la mayor magnitud y duración del índice termal de surgencia costera (Figura 12C), y una disminución de la Temperatura Superficial del Mar (Figura 7D) por debajo del rango histórico para estas fechas. Dentro de la Bahía de Tongoy, se registraron valores de temperatura

del mar (Figura 13D) y oxígeno disuelto (Figura 13E) a 10 m de profundidad por debajo del rango histórico para gran parte del trimestre, con disminuciones de estos parámetros asociadas a periodos de viento favorable a la surgencia. Por otro lado, se registraron valores de clorofila superficial (Figura 8 y Figura 9D) y clorofila a 10 m de profundidad (Figura 13G) menores con respecto al trimestre anterior y con máximos asociados al periodo de mayor intensidad de viento.

Índice de surgencia (Bahía de Tongoy)

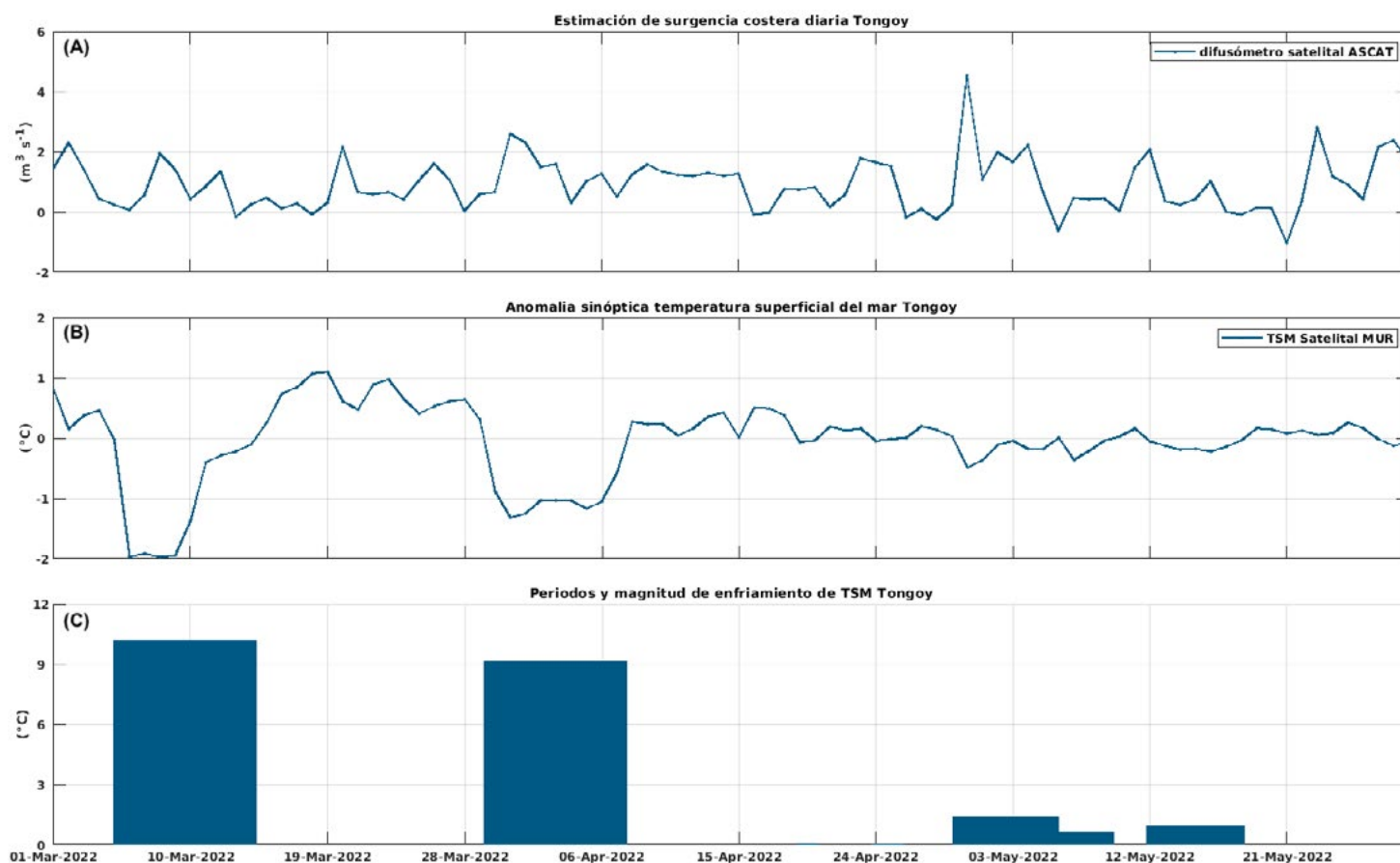


Figura 12. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en la Bahía de Tongoy. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) (°C). (C) Índice termal de surgencia costera (enfriamiento costero superficial) estimado a partir de las anomalías sinópticas (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 periodos de surgencia en la Bahía de Tongoy, estimado a partir del forzamiento del viento, indica que los volúmenes acumulados de transporte por surgencia superaron los $10 \text{ m}^3/\text{s}$ en los periodos del 28 de marzo al 14 de abril, del 24 de abril al 2 de mayo y del 21 al 29 de mayo. El máximo transporte se infiere que ocurrió el día 30 de abril con $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que el mínimo ocurrió durante entre el 12 y el 20 de mayo, donde al igual que en la localidad de Punta de Choros la variabilidad en la dirección del viento no favoreció la surgencia costera (ver Figuras 5D y 13A).

En base al segundo índice de surgencia, el cual está basado en las anomalías de temperatura integradas (ver

Glosario), se destacan sólo 2 eventos de enfriamiento significativo. El primero ocurrió a principios de marzo con una duración de 10.3 días, el cual estuvo asociado a un enfriamiento integrado 10.2°C , por otro lado, el segundo evento ocurrió durante la última semana de marzo y primera de abril con una duración de 10.7 días el que tuvo un enfriamiento integrado de 9.2°C . Se destaca, al igual que en la localidad de Punta de Choros, que los pulsos de viento de surgencia en los meses de otoño, fueron ineficientes para generar enfriamiento y una respuesta del fitoplancton por la profundización estacional de la capa de mezcla oceánica.





Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas

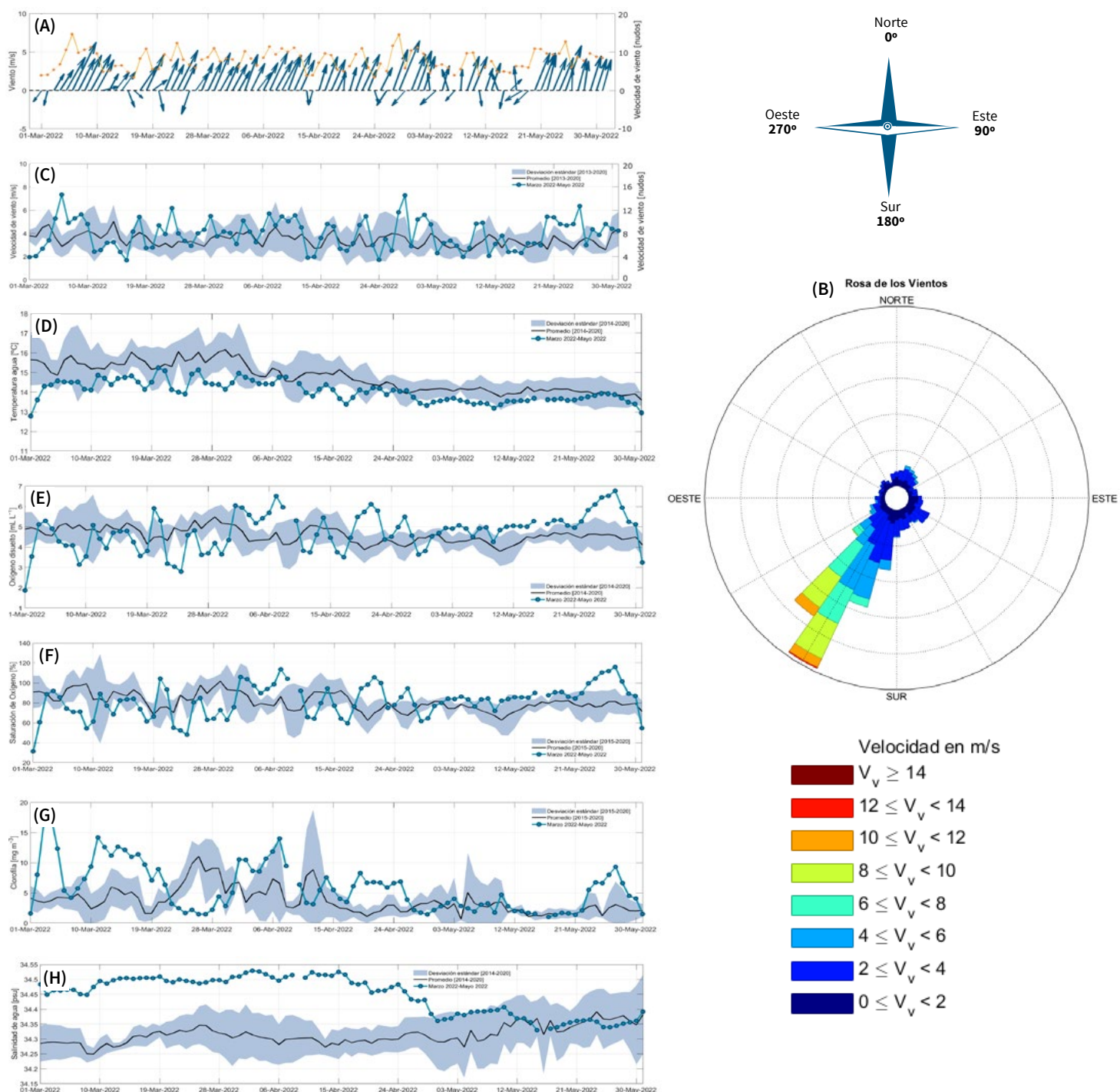


Figura 13. (A) Promedio del vector y magnitud del viento diario (en m/s y nudos) (B) Rosa de los vientos con datos horarios y (C) Velocidad de viento (m/s y nudos) registrada en la estación costera de Punta Lengua de Vaca. Datos diarios (línea azul) entre el 1 de marzo de 2002 y el 31 de mayo de 2022. Promedio trimestral de velocidad de viento (línea negra) y desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2013 y 2020. (D) Temperatura del agua (°C), (E) Oxígeno disuelto (mL/L), (F) Saturación de oxígeno (%), (G) Clorofila (mg/m³) y (H) Salinidad (psu) registrados a 10 m de profundidad por la estación de monitoreo localizada en la Bahía de Tongoy. Datos diarios (línea azul) entre el 1 de marzo de 2002 y el 31 de mayo de 2022. Promedio trimestral (línea negra) y desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2014 y 2020 para las variables temperatura del agua, oxígeno disuelto y salinidad; y entre 2015 y 2020 para saturación de oxígeno y clorofila.



La temperatura del agua promedio para el trimestre fue de 14.1°C, superior al valor promedio de 13.7°C registrado el trimestre anterior (Figura 11D). El valor mínimo del trimestre con 12.8°C se observó el 1 de marzo de 2022, y el valor máximo con 15.2°C se presentó el 20 de marzo de 2022.

El oxígeno disuelto (Figura 11E) y la saturación de oxígeno (Figura 11F) presentaron valores promedio de 4.8 mL/L y 82.2%, respectivamente, superiores con respecto a los valores promedio de 3 mL/L y 51.6% registrados el trimestre anterior. El valor

mínimo del trimestre con 1.9 mL/L (31.4%) se observó el 1 de marzo de 2022 y el valor máximo con 6.8 mL/L (115.9%) se presentó el 27 de mayo de 2022.

En cuanto a los niveles de clorofila (Figura 11G), el valor promedio trimestral fue de 5.9 mg/m³, duplicando el valor registrado en el trimestre previo (2.9 mg/m³). Se registró un valor mínimo de 1 mg/m³ el 17 de mayo de 2022, y un valor máximo de 17.9 mg/m³ el 4 de marzo de 2022.



OXÍGENO DISUELTO: La concentración de oxígeno disuelto que encontramos en los océanos depende de múltiples factores físicoquímicos (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.



Diagnóstico de los sectores productivos

En la región de Coquimbo, la industria del Ostión del Norte se concentra casi exclusivamente en las bahías de Tongoy y Guanaqueros, las cuales representan el 94% del desembarque a nivel nacional (SubPesca 2021). La mayor parte de los cultivos se ubican en la bahía de Tongoy, donde existen diferencias en la disponibilidad de alimento, el que se concentra principalmente en la boca norte, lo que podría explicar diferencias productivas entre algunas empresas. También sabemos que el “peak” de fitoplancton (y por ende, la mayor disponibilidad de alimento), ocurre entre los 0 y 5 metros. Sin embargo, los sistemas de cultivos se instalan entre los 8 y 13 metros de profundidad con el objeto de evitar el “biofouling”, principalmente la incrustación de epibiontes. Adicionalmente, se ha reportado que la disponibilidad total de alimento es altamente dependiente de la intensidad de los vientos que son favorables a la surgencia costera, los que además exhiben una variabilidad a distintas escalas de tiempo (sinóptica, intraestacional, estacional, anual e interanual) (ver estudio Ramajo et al., 2020).



» Diagnóstico de las condiciones de la Bahía de Tongoy y su relación con la productividad del recurso ostión durante los años 2021 y 2022

En el último Boletín de CEAZAMAR, se describió que la bahía de Tongoy estuvo dominada por condiciones La Niña particularmente durante el segundo semestre del año 2021 (ver Figura 14 Boletín CEAZAMAR abril 2022) con magnitudes de parámetros fisicoquímicos y biológicos distanciados de lo observado en promedio durante el periodo 2014-2020 en la plataforma de monitoreo CEAZA, evidenciando un incremento en la magnitud del viento y una reducción sostenida de la concentración de oxígeno y temperatura subsuperficial, además de una baja en las concentraciones de clorofila al comparar con el promedio de las mediciones de la balsa CEAZAMET.

Por otra parte, desde abril de 2022 (ver Figura 14) se observó un comportamiento contrastante, en particular se midieron temperaturas subsuperficiales, niveles de oxígeno y concentraciones de clorofilas mayores o más cercanas al promedio histórico de las mediciones in-situ. A nivel productivo, se observó en simultáneo un incremento de la talla y el rendimiento del Ostión del Norte (ver Figura 14) a contar del mes de marzo, revertiendo la tendencia observada en los meses previos, con un retorno a valores cercanos al promedio durante el mes de abril.

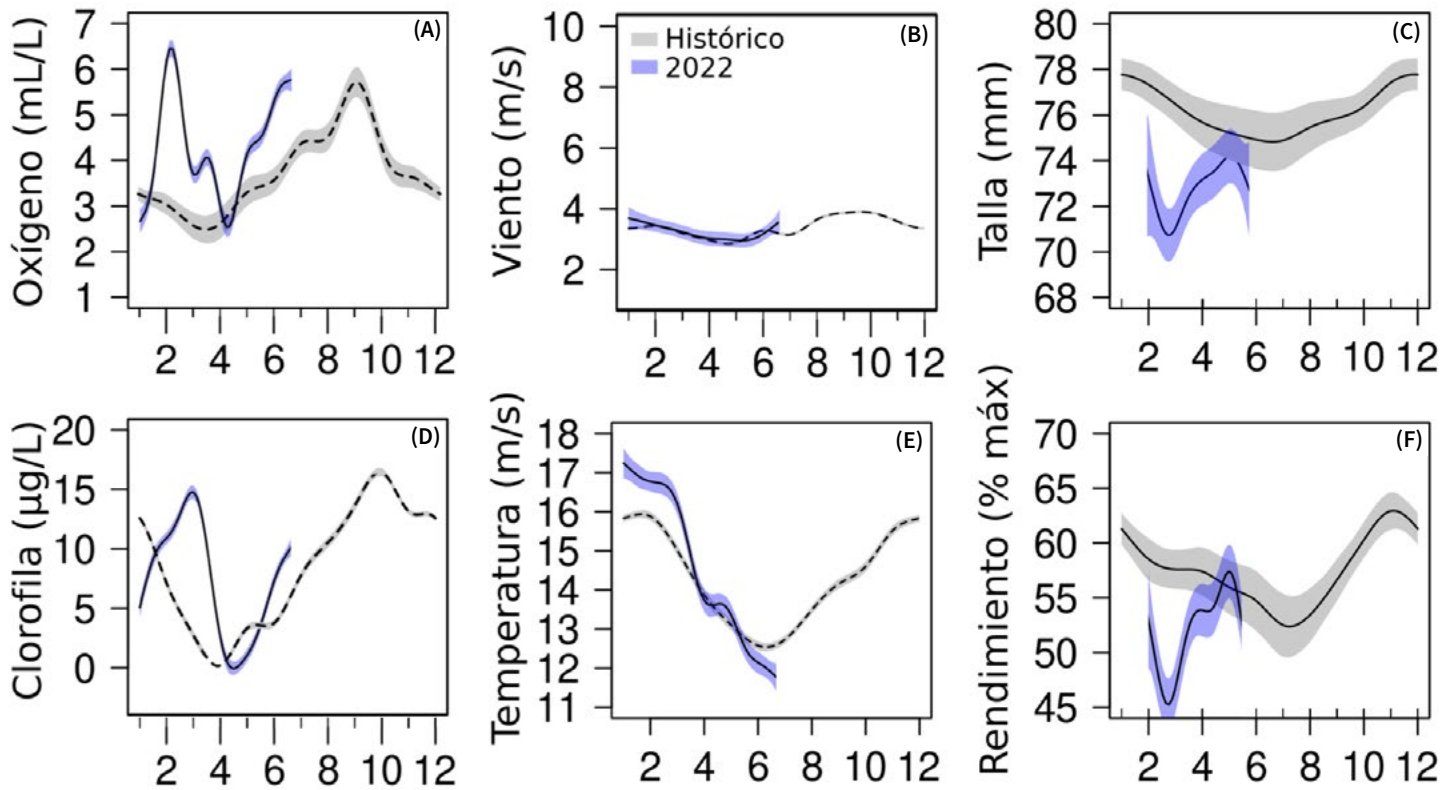


Figura 14. Variación estacional de los diferentes parámetros biológicos y físicoquímicos obtenidos desde la boya oceanográfica de Tongoy, en conjunto con los valores de calibre y rendimiento de los desembarcos de ostión del norte para el periodo 2018-2020 y primer semestre de 2022. La línea sólida corresponde al promedio histórico, mientras que la línea punteada representa los valores para el año 2022 para cada parámetro analizado.

Adicionalmente, el análisis comparativo de la talla promedio y el rendimiento en los desembarcos de ostiones en la bahía de Tongoy durante el trimestre de marzo a mayo de 2022, en

relación a igual trimestre en los años previos, refleja un leve incremento en relación al 2021 y el 2018, posicionándolo en tercer lugar por debajo de los años 2019 y 2020 (ver Figura 15).

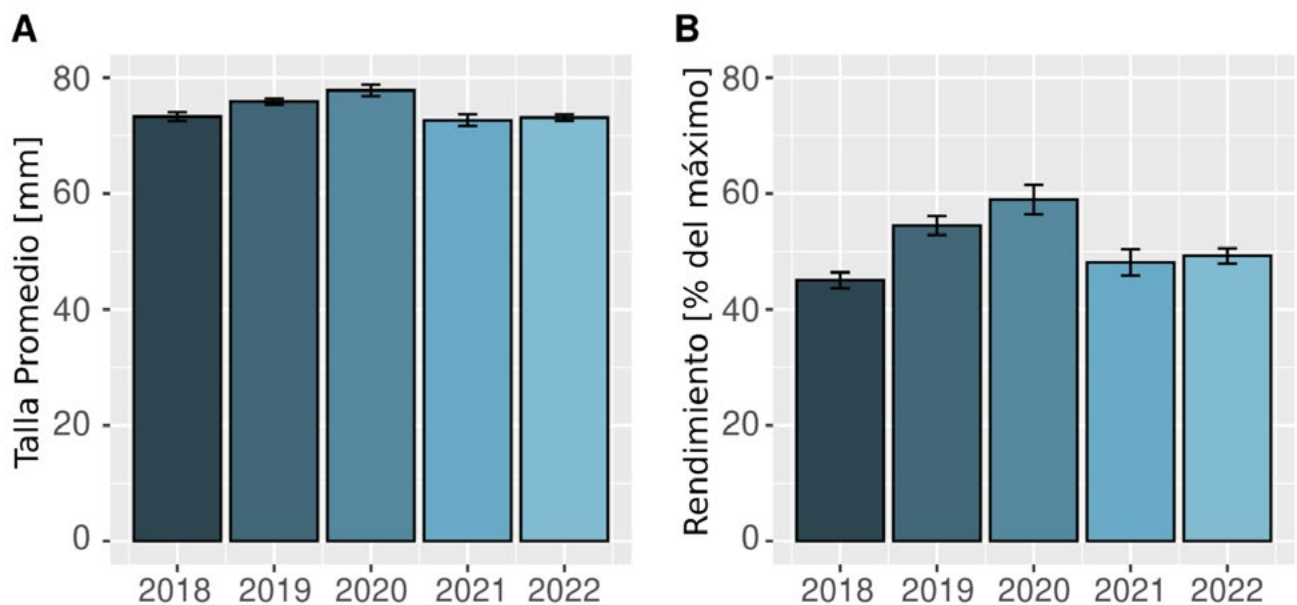
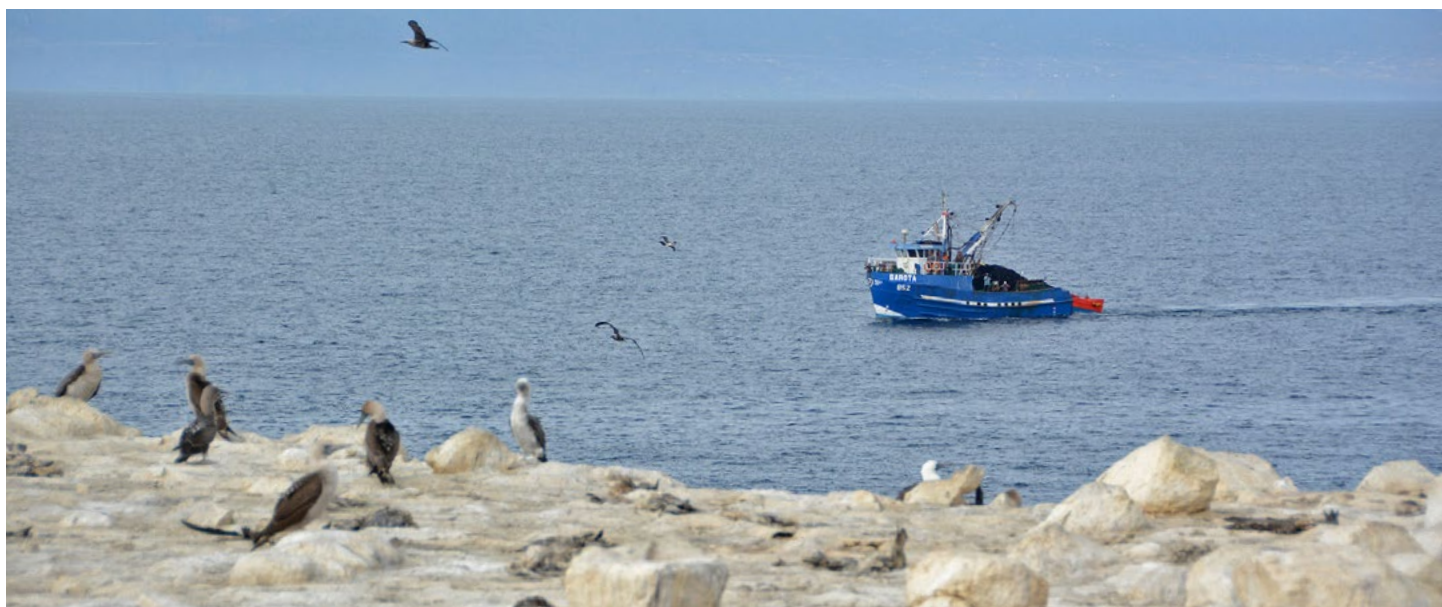


Figura 15. Análisis comparativo de la talla promedio y el rendimiento en los desembarcos de ostiones en la bahía de Tongoy durante los meses de Marzo a Mayo del período comprendido entre el 2018 y 2022.



» PRONÓSTICOS A CORTO PLAZO

» Viento, Temperatura Superficial del Mar (TSM) y Oleaje



En esta sección se introducen y presentan las predicciones de viento, oleaje, Temperatura Superficial del Mar (TSM) y surgencia costera de corto plazo (10 días) obtenidas a partir del sistema de pronóstico atmosférico de CEAZA y del servicio operacional de la agencia francesa Mercator Ocean, respectivamente.

Los pronósticos de viento, oleaje y Temperatura Superficial del Mar (TSM) 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 se da a conocer el sistema de pronóstico de olas, el que al igual que la TSM, proviene del servicio operacional de la agencia francesa Mercator Ocean. Los pronósticos se actualizan diariamente en el portal CEAZAMar, donde se entrega el pronóstico de altura, período y dirección de las olas para un horizonte de 10 días, el cual es representativo de una condición de oleaje de aguas profundas. Los pronósticos se exponen a nivel regional en forma de promedios diarios y para las localidades costeras se expone una tabla de datos con una frecuencia temporal de 3 horas. Esta información, junto al viento, le permite al usuario conocer la factibilidad para realizar labores logísticas o maniobras de navegación en las costas de la región.

LINKS DE ACCESO:

VIENTO:



[PRONÓSTICO REGIONAL](#)
[PRONÓSTICO LOCAL](#)

[VALIDACIÓN PRONÓSTICO VIENTO](#)

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR:



[PRONÓSTICO REGIONAL](#)
[PRONÓSTICO LOCAL](#)

[VALIDACIÓN PRONÓSTICO TEMPERATURA](#)

OLAS:



[PRONÓSTICO REGIONAL](#)
[PRONÓSTICO LOCAL](#)

[VALIDACIÓN PRONÓSTICO OLAS](#)

¡Nuevo link!



» 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 usado 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 (TSM): 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 (TSM) 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.

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 CO_2 (pCO_2), 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 (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 a la costa de Chile. Estos eventos en general son seguidos por una fase fría (La Niña), lo que resulta en una oscilación conocida por el nombre de El Niño Oscilación del Sur (ENOS)**. Eventos de calentamiento a escala más regional han sido también llamados “eventos El Niño”, como los que ocurren a lo largo de Perú (El Niño costero) o de Chile (Chile El Niño). Estos eventos son más breves y se relacionan con procesos locales de interacción océano-atmósfera.

El Niño Chileno: Corresponde al modo dominante de la variabilidad de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) 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 (TSM), 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).

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 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.

Oscilación Interdecadal del Pacífico (IPO): Oscilación a largo plazo de las Temperaturas Superficiales del Mar (TSM) 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.

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.

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 (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.

Temperatura Superficial del Mar (TSM): Corresponde a la temperatura obtenida utilizando 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 cual es llevada a cabo 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. Son masas de agua pobremente ventiladas por la circulación oceánica de gran escala y 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)	Instrumentos de Medición			Rango/ sensibilidad	Precisión	Resolución	
	Parámetro	Unidad	Altura de ubicación				Marca/Modelo
Punta Lengua de Vaca (17 msnm) 30°14'42"S, 71°37'59"O	ATMOSFÉRICO						
	Temperatura del aire	°C	2 m	Vaisala/HMP155	-80°C a 60°C	± 0,2°C	0,001°C
	Humedad relativa	%	2 m	Vaisala/HMP155	0 a 100%	± 1% RH	0,001%
	Velocidad del viento	m/s	5 m	RM Young/5103 Wind Monitor	0 a 100 m/s	± 0,3 m/s	0,01m/s
	Dirección del viento	°	5 m	RM Young/5103 Wind Monitor	0 a 360°	± 3°	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
2022

