



PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

## CONDICIONES FÍSICAS DEL MAR PERUANO EN INVIERNO Y PRIMAVERA 2023 Y EL FENÓMENO EL NIÑO

*Carmen Grados, Katherine Vásquez, Jesús Ledesma, David Correa, Carlos Quispe, Walter García, Jaime Aquino*  
Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

### RESUMEN

El Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste es una iniciativa del programa “Estudio Regional del Fenómeno El Niño” de la Comisión Permanente del Pacífico Sur. El presente informe expone los resultados de la vigésimo sexta edición del crucero que evaluó el escenario oceanográfico y atmósfera adyacente del mar peruano del 22 de setiembre al 11 de octubre de 2023 entre los 3°30'S (Puerto Pizarro) y 16°S (Chala) y hasta las 100 mn de la costa, en un contexto anual caracterizado por la ocurrencia de El Niño Costero en el mar peruano y, en los últimos meses del 2023, por el evento El Niño Global, acoplado a la señal costera.

En setiembre y octubre 2023, la información atmosférica y oceanográfica del crucero, indicó la presencia de calentamiento anómalo de intensidad débil a moderada entre +1 y +2 °C al sur del Callao (12°S) y condiciones cálidas de fuerte intensidad entre +2 y +4 °C de Callao al norte. Las aguas de procedencia ecuatorial se presentaron al norte de Paita, mientras que las aguas subtropicales superficiales (ASS) del oeste presentaron mayor acercamiento a la costa entre los 4 y 8°S. Al sur de esta latitud fue característico el enfriamiento anómalo del mar, intermitente, por el paso de ondas Kelvin de afloramiento que, junto con procesos de interacción océano-atmósfera de escala local/regional favorecieron la surgencia en sectores adyacentes a la costa sur, principalmente.

Los índices referentes de escala local y regional del Comité ENFEN del Perú exhibieron una tendencia a incremento desde mediados del verano 2023, con declinación a partir de julio 2023, no obstante, prevalece a la fecha la condición El Niño Fuerte para el índice ICEN y El Niño Moderado para el índice LABCOS, por lo que la información del crucero estuvo modulada por procesos regionales/locales de calentamiento y eventos temporales de relativo enfriamiento asociado con el paso de ondas Kelvin de enfriamiento y calentamiento, así como el fortalecimiento del anticiclón del Pacífico sur.

Los resultados del crucero, la información complementaria in situ y satelital disponible, los índices climáticos, así como los pronósticos regionales y de macroescala, indican que El Niño Costero continuará hasta el verano 2024.

**PALABRAS CLAVE:** océano Pacífico sudeste, oceanografía, meteorología, termoclina, surgencia costera, oceanografía, vientos alisios, frente ecuatorial, masas de agua.

### ABSTRACT

The Joint Regional Oceanographic Research Cruise in the Southeast Pacific is an initiative of the “Regional Study of the El Niño Phenomenon” program of the Permanent Commission of the South Pacific. This report presents the results of the twenty-sixth edition of the cruise that evaluated the oceanographic scenario and adjacent atmosphere of the Peruvian sea from September 22th to October 11th, 2023 between 3°30'S (Puerto Pizarro) and 16°S (Chala) as far as 100 nm from the coast, in an annual context characterized by the occurrence of El Niño Costero in the Peruvian sea and, in the last months of 2023, by the El Niño Global event coupled to the coastal signal.

In September and October 2023, the cruise detected anomalous warming of weak to moderate intensity between +1 and +2 °C south of Callao (12°S) and warm conditions of strong intensity between +2 and +4 °C from Callao to the north. The waters of equatorial origin occurred to the north of Paita, while the subtropical surface waters (SSA) from the west advected closer to the coast between 4 and 8°S. To the south of this latitude, the intermittent anomalous cooling of the sea was characteristic due to the passage of upwelling Kelvin waves that, together with ocean-atmosphere interaction processes on a local/regional scale, favored upwelling in sectors off the southern coast, mainly.

The local and regional indexes of IMARPE and the ENFEN Committee of Peru, respectively, exhibited an increasing trend since mid-summer 2023, with a decline starting in July 2023; however, strong El Niño condition prevails to date for the ICEN index and El Niño of Moderate intensity was determined according to the LABCOS index. Then, the cruise information was modulated by regional/local warming processes and temporary events of relative cooling associated with the passage of downwelling and upwelling Kelvin waves, as well as the intermittent strengthening of the South Pacific anticyclone.

The cruise results, the complementary in situ and satellite information available, the climate indices, as well as the regional and macroscale forecasts, indicate that El Niño Costero and El Niño Global will continue until summer 2024.

**KEYWORDS:** Southeast Pacific Ocean, oceanography, meteorology, thermocline, coastal upwelling, oceanography, trade winds, equatorial front, water masses.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024



**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

## 1. INTRODUCCIÓN

El océano Pacífico sudeste (PSE) presenta condiciones oceanográficas y meteorológicas particulares, como resultado de los procesos de interacción océano-atmósfera a diferentes escalas espaciales y temporales, dentro de las cuales se encuentran las variaciones climáticas de frecuencia interanual asociadas a El Niño-Oscilación Sur (ENOS), con efectos distintivos en los países de la región. Como resultado de los impactos producidos en la región, en el contexto de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) se estableció el programa Estudio Regional del Fenómeno de El Niño (ERFEN; CPPS, 2013) conformado por instituciones especializadas de Colombia, Ecuador, Perú y Chile. Entre las acciones conducentes a un mejorado monitoreo y vigilancia de ENOS, se consideró el monitoreo periódico de variables océano-atmosféricas en estaciones fijas, así como el desarrollo de cruceros oceanográficos coordinados entre los países de Colombia, Ecuador, Perú y Chile; acción última que se fortaleció desde 1998 cuando se realizó el primer crucero oceanográfico regional coordinado.

Este informe presenta los resultados de la XXVI edición del crucero realizado por Perú en el cual participaron dos embarcaciones pesqueras E/P Incamar 2 y E/P TASA 425. El objetivo general del crucero fue documentar la variabilidad de las propiedades del océano y la atmósfera adyacente en septiembre y octubre 2023 con la finalidad de anticipar una condición cálida entre noviembre/diciembre de 2023 y marzo/abril de 2024. Los objetivos específicos del crucero regional considera: i) Describir las condiciones océano-atmosféricas a macro escala en el Pacífico tropical y sus efectos en la dinámica regional, ii) Describir las condiciones oceanográficas en el Pacífico tropical y sur oriental registradas durante el periodo del crucero y iii) Analizar las condiciones océano-atmosféricas durante el periodo del crucero para contribuir al diagnóstico del escenario climatológico a corto plazo y la previsión de las condiciones ENOS en la región en el verano austral 2023-2024 (CPPS, 2023) en apoyo al diagnóstico regional del Comité ERFEN.

En un contexto climático, los índices de macroescala como el Índice Niño Oceánico (ONI; Huang et al., 2017) pasaron el umbral de neutro positivo a una condición cálida en mayo 2023 con tendencia al incremento permanente, alcanzando un valor de +1.66 en octubre 2023. Por su parte, el Índice Multivariado ENOS (MEI.v2; Wolter and Timlin., 1993, 1998 y 2011, y Kobayashi et al., 2015) mantuvo una tendencia al incremento permanente desde -2.1 (valor propio de una condición fría La Niña) en JJ2022, hasta +0.59 (condición cálida El Niño) en AS2023, declinando a una condición cálida neutra (+0.26) en SO2023. En el PSE, el Índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi et al., 2014 y ENFEN, 2012) para la región Niño 1+2 indicaron el permanente incremento del valor del índice, desde -1.39 en octubre 2022 hasta julio 2023 cuando alcanzó el máximo valor (+2.94) para declinar paulatinamente hasta +2.70 en septiembre 2023. De acuerdo a este índice, El Niño habría empezado en marzo 2023 y persiste con una magnitud fuerte. De acuerdo a la Comisión Multisectorial del ENFEN, actualmente se mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, ya que se espera que El Niño Costero (región Niño 1+2) continúe por lo menos hasta inicios de otoño de 2024, como consecuencia de la evolución de El Niño en el Pacífico Central (ENFEN, 2023c).

## 2. METODOLOGÍA

Se registró la temperatura superficial del mar con un termómetro de mercurio. Se colectaron muestras para el análisis de salinidad con un Portasal Guildline 8410a. Se colectaron muestras para análisis de oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila-a en estaciones seleccionadas. Se realizaron secciones hidrográficas frente a Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco, San Juan y Ático, hasta las 80 - 100 mn de la costa y hasta una profundidad entre 500 m.





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Componente oceanográfico

##### 3.1.1 Temperatura, salinidad y oxígeno en la superficie del mar

A nivel de superficie, en la zona Puerto Pizarro – Chala, dentro de las 100 mn de distancia a la costa, la condición térmica fue cálida asociada a TSM con valores entre 14.5 °C y 26.0 °C, con y anomalías térmicas entre -1.0 °C y +4.5 °C.

Las temperaturas más altas se observaron frente a Puerto Pizarro hasta 20 mn de costa, mientras que los valores más bajos se concentraron en la zona de Bahía Independencia – Chala hasta 10 mn de costa. Cabe resaltar que los valores más altos de la anomalía térmica (mayores a +4,0 °C) se ubicaron frente a la zona Punta La Negra – Pimentel a distancias mayores de 80 mn de la costa; mientras que los valores más bajos (menor a 1 °C) se encontraron dentro de las 5 mn frente a Talara, hasta las 20 mn frente a Huarmey – Punta Bermejo, frente a Huacho y predominantemente en la región al sur del Callao (Figura 2). Por otra parte, la salinidad exhibió valores entre 33.82 y 35.309, con un promedio de 35.051. Los valores correspondientes a las AES y ATS (< a 34.8 y 33.8, respectivamente) se ubicaron al norte de Talara, mientras que los valores mayores a 35.1 se ubicaron entre Paita y Chimbote. Las aguas costeras frías (ACF) que predominaron al sur de la bahía Independencia dentro de las 50 mn de costa, procesos de mezcla de las ASS y las ACF se registraron entre Casma y Cerro Azul (Figura 3a).

Las anomalías halinas presentaron valores predominantemente neutros al sur de Chicama, mientras que, al norte, predominaron valores mayores a +0.1 (Figura 3b). Con relación al oxígeno disuelto, se encontraron valores entre 3,6 a 7,4 mL/L y anomalías entre -0.7 y +3.0 mL/L, las zonas de mayores contenidos de oxígeno entre 6,0 a 7,0 mL/L se encontraron distribuidas en núcleos desde Talara hasta Morro Sama donde se pudo apreciar que la más alta frente a Pucusana, posiblemente ocurriera por una floración algal. Por otro lado, las zonas de afloramiento se mostraron restringidas dentro de las 30 mn y asociadas a concentraciones inferiores a 4,5 mL/L (Figura 4).

##### 3.1.2 Estructura física y química (concentración del oxígeno disuelto)

En la sección punta Gobernador (5.5°S), dentro de las 80 mn de costa, se ubicó la isoterma de 15 °C a 150 m de profundidad, se observó un gradiente térmico débil en los primeros 40 metros por fuera de las 40 mn, con valores entre 18 y 20 °C, con una máxima anomalía de +2.0 °C sobre los 25 m de profundidad. Con relación a la salinidad, se observó la isohalina de 35.1 a 70 m de profundidad y la de 35.2 a 50 m de profundidad, que indicaron condiciones 0.1 y 0.2 superior al promedio, aunque aflorando dentro de las 20 mn de la costa. Por debajo de los 70 m se presentaron condiciones propias del periodo (Figura 5).

Frente a punta La Negra, dentro de las 80 mn de costa se encontró la isoterma de 15 °C alrededor de 120 m de profundidad, con termoclina (17-21 °C) con una ligera tendencia hacia la superficie al aproximarse a la costa, configurando anomalías térmicas positivas sobre los 10 m de profundidad, resaltando un núcleo de +4,0 °C por fuera de las 60 mn de costa. La salinidad evidenció la presencia de ASS mayores de 35,1 sobre los 80 m de profundidad con anomalías halinas de hasta +0,2 por fuera de las 6 mn sobre los 70 m de profundidad y condiciones propias del periodo por debajo de los 70 m (Figura 6).



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

En el perfil Chicama ocurrió una termoclina (16-20 °C) sobre los 80 m de profundidad, con la isoterma de 15 °C alrededor de 100 m, configurando anomalías positivas de 1 a +4 °C. La salinidad con valores mayores de 35,1 sobre los 70 m, evidenciaron la presencia de ASS sobre los 70 m en el sector costero, con anomalías de +0.1 y condiciones neutras por debajo de los 70 m. El oxígeno mostró la zona de mínimo de oxígeno (ZMO) alrededor de 100 m de profundidad y oxi-oxigenas de 1 a 5 mL/L sobre los 100 m indicando surgencia (Figura 7).

En la sección Chimbote, las isotermas de 15 a 20°C mostraron una distribución homogénea con tendencia hacia la superficie, desde los 100 m de profundidad, configurando anomalías positivas de hasta +2,0 °C por fuera de 60 mn y sobre los 100 m de profundidad. La salinidad evidenció la presencia de ASS sobre los 100m con valores de 35,1 y 35,2 en sectores por fuera de las 5 mn, con presencia de aguas de mezcla (AM) entre las ASS y las aguas costeras frías (acf) cerca de la costa, predominando, en general, condiciones dentro del rango neutro, propio del periodo (Figura 8).

La sección Callao mostró similar tendencia que Chimbote, pero con isotermas de 15 a 18 °C sobre los 100 m de profundidad, configuró anomalías térmicas positivas de +1,0 °C sobre los 50 m de profundidad. La salinidad mostro valores de hasta 35,1 a distancias mayores de 50 mn configurando la presencia de ASS en la capa de 0-50 m de profundidad, predominando valores neutros de anomalías halinas. El oxígeno disuelto presentó iso-oxigenas de 1 a 5 mL/L, con un límite superior de la ZMO entre 75 y 50 m de profundidad (Figura 9).

Frente a Pisco ocurrió surgencia, con presencia de las isotermas de 15 y 16 C cerca de la superficie en las primeras 38 mn adyacentes a la costa y con condiciones cálidas menores de 1C en las primeras 50 mn y mayores de 1 C por fuera de las 55 mn asociadas con la presencia de ASS mayoresde 35,1 sobre los 60 m de profundidad, hasta 0.2 mayor al promedio (Figura 10).

En la sección San Juan (Figura 11), al igual que frente a Chimbote, Callao y Pisco, ocurrió intenso afloramiento, con la irrupción a la superficie de la isoterma de 15 °C, sector caracterizado por sus condiciones termohalinas propias del periodo. Por fuera de las 50 mn se presentaron ASS que determinaron anomalías de 35,1 asociadas a las temperaturas de 17 y 18 °C. La ZMO se ubicó a 150 m de profundidad a 60 mn de distancia a la costa, con tendencia positiva hacia la costa desde 150 a 45 m en las 70 mn costeras. Las iso-oxigenas 3 a 5 mL/L afloraron a la superficie.

### **3.1.3 Profundidad de la base de la termoclina oceánica y costera**

La profundidad de la isoterma de 15 °C ( $Z_{15^{\circ}C}$ ) mostró surgencia de Callao al sur, donde la isoterma de 15 °C se presentó a profundidades mayores a 10 m y hasta 40 m. Al norte de los 9°S, la  $Z_{15^{\circ}C}$  se localizó por debajo de los 100 m de profundidad (Figura 12 a).

La  $Z_{20^{\circ}C}$  (Figura 12 b) presentó mayor profundidad (> 30 m) entre los 7 y 10°S, mientras que hacia el norte se ubicó a niveles muy someros (10 m).

### **3.1.4 Masas de agua**

Durante el crucero ocurrieron masas de agua tropical superficial (ATS) con un límite sur en Puerto Pizarro (3.50°S). Las aguas ecuatoriales superficiales (AES) con concentraciones entre 33.8 y 34.7 se localizaron entre los 3.50°S (Puerto Pizarro) y Talara (4.6°S) en Perú. Las aguas propias del régimen costero de afloramiento ocurrieron al sur de Callao.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

Hacia el oeste, entre Punta Falsa y Arica, ocurrieron las aguas subtropicales superficiales (ASS) a distancias variables de la costa con concentraciones de sales superior a 35.1; el mayor acercamiento de esta masa de agua se presentó frente a la costa central del Perú. La distribución halina mostró grandes zonas de mezcla debido a una fuerte interacción entre las aguas costeras frías (ACF) y las ASS frente a Paita y Punta Falsa, al norte de Chimbote y al sur del Callao. A nivel subsuperficial se presentaron las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS) con concentraciones entre 34.8 y 34.6 que fueron ascendiendo progresivamente hacia el sur.

Núcleos característicos de masas de aguas subantárticas (ASAA) ocurrieron cerca a los 100 m de profundidad en 16°S. Las aguas intermedias antárticas (AIAA) se presentaron con concentraciones de 34.4 a 34.6 en el extremo sur del área de estudio mezclándose y atenuando sus concentraciones hacia el norte (Figura 13).

### **3.1.5 Estructura meridional de la temperatura, salinidad y oxígeno**

La sección paralela a la costa peruana (Figura 14a) exhibió intensos gradientes de temperatura en el sector ecuatorial con variación meridional de la temperatura sobre los 100 m, principalmente. La TSM presentó 22 °C en los 6°S y 18 °C en los 16°S. La zona de mayor gradiente térmico ocurrió entre 5°S y 9°S, mientras que, al sur de 10°S, la temperatura fue homogénea frente a la costa central.

La estructura halina (Figura 14b) presentó cambios de la salinidad entre los 5 y 10°S. El mayor gradiente ocurrió entre 4°S y 5°S asociado con la presencia de las ASS. Hacia el sur, frente a la costa sur se presentaron aguas del oeste con concentraciones de 35.1.

La concentración de oxígeno disuelto (Figura 14c) en la capa superficial fue 5 mL/L al sur del Callao, declinando a 2 mL/L de sur a norte. La oxiclina se observó bien definida entre los 30 y 60 m de profundidad entre 11-13°S. El tope superior de la ZMO presentó mayor profundidad en el sector norte, ascendiendo 110 m entre los 12-13°S. De manera puntual, información complementaria para tres zonas representativas indican que: en la zona norte (Puerto Pizarro, 03°30' S), el límite superior de la ZMO se ubicó a 250 m de profundidad con un núcleo con valores de oxígeno mayores a 5.0 mL/L a 20 mn asociado a los valores bajos (34.8) de las AES y temperaturas entre 20,0 y 24,0 °C que incrementaron la solubilidad del oxígeno disuelto en la capa superficial sobre los 20 m de profundidad. Frente a la costa central (Callao, 12°02' S), el oxígeno disuelto presentó iso-oxígenas de 0,5 a 5,0 mL/mL sobre los 100 m de profundidad, registrando celdas de afloramiento reciente dentro de las 30 mn de costa por la iso-oxígena de 4,0 mL/L que se mantiene alrededor de los 20 m de profundidad en la zona del litoral. Por otro lado, el límite superior de la ZMO se ubicó desde los 90 (zona oceánica) a los 50 m (zona costera) de profundidad. Frente a la costa sur, la estructura de la sección San Juan de Marcona (15°22'S) exhibió intenso afloramiento con la iso-oxígena de 3,0 mL/L que irrumpió en la superficie del mar en la zona costera. Por otro lado, el límite de la ZMO se ubicó a 150 m de profundidad a 60 mn de distancia a la costa, aflorando hasta 50 m dentro de las 5 mn de costa.

## **4. DISCUSIÓN**

Las condiciones oceanográficas en el Pacífico oriental, especialmente frente al Perú, durante la XXVI edición del crucero regional, indicó la presencia de condiciones cálidas anómalas asociadas con la presencia del Fenómeno El Niño Costero de intensidad fuerte en setiembre y octubre 2023, meses en los cuales se realizó el crucero.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

El evento El Niño Costero 2023, de acuerdo con la definición operacional de la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (CM ENFEN) ([https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota\\_tecnica/Definicion%20Operacional%20ENFEN\\_09abr12.pdf](https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota_tecnica/Definicion%20Operacional%20ENFEN_09abr12.pdf)) y según el índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi et al., 2014) se inició en marzo 2023 (<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/03-2023.pdf>) y ha mantenido una tendencia a incremento en los meses subsiguientes hasta JJA 2023 cuando alcanzó un valor de +2.94 para declinar a +2.70 en ASO 2023 (Figura 16, Tabla 1).

Por otro lado, la señal intraestacional de las ondas Kelvin ecuatoriales de afloramiento (hundimiento) modularon localmente, de manera intermitente, la disminución (incremento) del enfriamiento (calentamiento) temporal subsuperficial (Figura 9). Por ejemplo, entre la última semana de agosto y el 08-10 de setiembre, se apreció la profundización de la termoclina y oxiclina respecto de sus valores climatológicos frente a Chicama (8°S) asociado con el incremento (de 80 a 120m) en la amplitud del calentamiento superior a +2 °C frente a la costa norte, condición que según ENFEN (2023a), indicaría el inicio del arribo de la onda Kelvin cálida a la zona norte del mar peruano. A mediados de setiembre 2023 se presentó un periodo temporal de enfriamiento frente al litoral norte y centro que estaría asociado al incremento de los vientos alisios y al paso de la onda Kelvin fría que arribó por el norte en el mes de agosto de acuerdo a ENFEN (2023b). De manera puntual, información complementaria del presente crucero para tres zonas representativas del mar peruano confirmaron el efecto del calentamiento en la distribución del oxígeno disuelto para la zona norte frente a Puerto Pizarro (03°30' S) que presentó el límite superior de la ZMO a 250 m de profundidad con un núcleo con valores de oxígeno mayores a 5.0 mL/L a 20 mn asociado a la presencia de las AES y a temperaturas entre 20,0 y 24,0 °C que incrementaron la solubilidad del oxígeno disuelto en la capa superficial sobre los 20 m de profundidad. Frente a la costa central y sur se registró afloramiento. En el perfil Callao (12°02' S, no se muestra), el oxígeno disuelto presentó iso-oxígenas de 0,5 a 5,0 mL/mL sobre los 100 m de profundidad, registrando celdas de afloramiento reciente de 4,0 mL/L dentro de las 30 mn de costa. Por otro lado, el límite superior de la ZMO se ubicó desde los 90 (zona oceánica) a los 50 m (zona costera) de profundidad. Frente a la costa sur, la estructura de la sección San Juan de Marcona (15°22'S) exhibió intenso afloramiento con la iso-oxígena de 3,0 mL/L que irrumpió en la superficie del mar en la zona costera. Por otro lado, el límite de la ZMO se ubicó a 150 m de profundidad a 60 mn de distancia a la costa, aflorando hasta 50 m dentro de las 5 mn de costa.

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacentes a la costa (Figura 17) presentaron una disminución paulatina desde agosto, con valores significativos durante octubre debido al efecto de una onda Kelvin (OK) fría, sin embargo, desde fines de octubre se presentó un leve incremento, pasando de valores de hasta +7 cm (Chicama) a +13,6 cm (Tumbes), indicando que el cambio más significativo ocurrió en la costa norte y estaría asociado al arribo de una OK cálida debilitada en intensidad aunado al debilitamiento de los vientos. Posteriormente, las ANM han presentado aumentos intermitentes hasta diciembre 2023 que se acentuaron al norte de Talara con valores que pasaron de +10 cm hasta +15 cm, en promedio, y un valor máximo de +22,7 cm cerca del sector ecuatorial y +18,4 cm frente a Tumbes. También destacó el incremento entre Huarney y Chancay a partir de la segunda quincena de noviembre y que estaría asociado a la presencia de un remolino anticiclónico cercano a la costa y que habría favorecido a la permanencia de las aguas cálidas de 20-21°C, alcanzando un valor máximo de +19,4 cm (Huacho).



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

Cabe señalar que el significativo aumento de las ANM en diciembre, estuvo asociado al arribo de una nueva OK cálida hacia la costa Sudamericana.

En Imarpe (2023), se muestra la serie diaria extraída para 4 sectores seleccionados (A, B, C y D) a fin de analizar el efecto del paso de la onda Kelvin en las ANM y ATSM entre el borde oriental del Pacífico y la región costera sudamericana. La información confirma el paso de la OK fría por el sector de las I. Galápagos (sector A) en la primera quincena de octubre, así como de dos OK cálidas a fines de octubre y noviembre, siendo la segunda la que ha presentado el mayor incremento ( $\sim +2,5$  cm) de las ANM filtradas con respecto a la primera ( $\sim +0,5$  cm), mientras que las ATSM presentan dos pulsos de incremento de  $\sim +4$  °C y  $\sim +3$  °C, respectivamente. El sector B, muestra un comportamiento similar a A, variando sólo en diciembre con un descenso sostenido desde fines de noviembre para las ANM, mientras que las ATSM concuerdan con el descenso térmico ocurrido en Galápagos. El sector C y D para las ANM, se comportaron de forma similar entre setiembre y diciembre, con una ligera disminución de su intensidad, debido a la influencia de la costa central en el sector D. Por el contrario, en las ATSM se pudo observar un cambio significativo en la intensidad en estos sectores a partir de octubre, siendo el sector C el que presentó los máximos valores ( $+3$  °C) debido al efecto del arribo de las OK cálida y el debilitamiento del viento intermitente; a comparación del sector D que alcanzó  $+2$  °C con una ligera tendencia al descenso asociado al descenso térmico que se viene registrando en la costa central. En general se puede notar que la influencia de la intensificación del viento ha sido más significativa en el sector D, atenuando el efecto de las OK cálidas y restringiendo su efecto a la costa norte, principalmente.

Los diagramas Hovmöller de la TSM y de las anomalías de la TSM (Figuras 12 a y b) y de las anomalías de la salinidad superficial del mar (Figura 12c) indican que el actual evento cálido presentó mayor intensidad a nivel superficial entre mediados de marzo a mayo de 2023, disminuyendo paulatinamente hasta mediados de septiembre de 2023, con cambios en el régimen halino entre mediados de marzo a mayo donde predominó la presencia de AES hasta Callao y, de mediados de mayo hasta fines de octubre con permanencia de las ASS que ocuparon amplias zonas frente al litoral.

La salinidad superficial del mar (SSM) durante octubre ha mostrado la permanencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS,  $S < 33,8$ ) en el Golfo de Guayaquil y el desplazamiento paulatino de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES,  $33,8 < S < 34,8$ ) hacia el sur, en especial durante la última semana de octubre donde su aproximación pudo haberse dado hasta Paita, según sugiere MERCATOR, y que además generó mezcla con las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS,  $S > 35,1$ ) hasta Punta Falsa y que coincidiría con la disminución en los valores halinos que empezó a mostrar tanto el glider como ARGO frente a la costa norte del Perú (no se muestra). Frente a la costa central, las ASS mantuvieron su acercamiento inusual hacia la costa, con valores entre 35,1 y 35,3, mientras que, hacia el sur, destacó el incremento de la cobertura de las aguas costeras frías (ACF) y la presencia de amplias zonas de mezcla (ACF+ASS).

### **Previsión para la primavera 2023 y el verano austral 2024**

De acuerdo con el reciente Comunicado Oficial ENFEN N°18-2023 del 10 de noviembre de 2023 (ENFEN, 2023c) se prevé que El Niño costero, basado en el índice ICEN para la región Niño 1+2, continuaría, por lo menos, hasta inicios de otoño de 2024, siendo factible que el calentamiento de fuerte magnitud persista hasta mediados del verano 2024.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

El Comité ENFEN anticipa para el verano 2024, en promedio, una probabilidad del 42 % que El Niño exhiba una condición fuerte y, una probabilidad similar (41 %) que El Niño Costero exprese una magnitud moderada.

A nivel de macroescala, la misma comisión multisectorial, indica que se espera que la región central del Pacífico (región Niño 3.4) continúe presentando El Niño global hasta mayo de 2024; asimismo, anticipa que el presente evento alcance su máxima intensidad entre fines de 2023 e inicios del 2024. Las magnitudes más probables de El Niño en el Pacífico central para el verano son fuertes (62 %) y moderada (31 %) de acuerdo al ENFEN.

## 5. CONCLUSIONES

- El Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste frente al Perú se realizó durante un periodo El Niño de intensidad fuerte en actual desarrollo.
- La información atmosférica y oceanográfica obtenida indicó la presencia de calentamiento anómalo de intensidad débil a moderada entre +1 a +2 °C al sur del Callao (12°S) y condiciones cálidas intensas entre +2 y +4 °C de Callao al norte.
- Las aguas de procedencia ecuatorial se presentaron al norte de Paita, mientras que las aguas subtropicales superficiales (ASS) del oeste presentaron mayor acercamiento a la costa entre los 4-8°S. Al sur de esta latitud fue característico el enfriamiento anómalo del mar, intermitente.
- El escenario local estuvo modulado por el paso de ondas Kelvin de afloramiento y calentamiento que, junto con procesos de interacción océano-atmósfera de escala local/regional favorecieron la surgencia en sectores adyacentes a la costa sur, principalmente, y permanencia del calentamiento anómalo frente a la costa centro-norte.
- En un contexto climático local, los índices ICEN, LABCOS, ITCP exhibieron una tendencia a la declinación en los últimos meses y mostraron valores de +2.70, +2.22 y +1.5, respectivamente, para S2023, indicando aún una condición El Niño fuerte (ICEN y LABCOS) y cálida (ITCP).
- Los últimos valores publicados de los índices de macroescala ONI (1.66 para octubre) y MEI.v2 (+0.26 para septiembre-octubre) indican la persistencia de El Niño global y el paso del umbral El Niño a una condición cálida neutra, respectivamente.
- Los resultados del crucero, la información complementaria in situ y satelital disponible, los índices climáticos, así como los pronósticos regionales y de macroescala, muestran la continuidad de El Niño en lo que resta de la primavera 2023 y el verano 2024, con una probabilidad del 42% que El Niño exhiba una condición fuerte en el verano 2024 y del 41 % que exprese una magnitud moderada.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”**  
**“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
comemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

## 6. RECONOCIMIENTOS

The Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST) Multi-scale Ultra-High Resolution (MUR) Level 4 OSTIA Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2). Ver. 2.0 data were obtained from the NASA EOSDIS Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC) at the Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA (<http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ01>).

IFREMER/CERSAT. 2005. ERS-1 Level 3 Gridded Mean Wind Fields (IFREMER). Ver.1.PO.DAAC, CA, USA (<ftp://anonymous@ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/mwf-ers1>).

The Ssalto/Duacs altimeter products were produced and distributed by the Copernicus Marine and Environment Monitoring Service (CMEMS) (<http://www.marine.copernicus.eu>).

The products from the MERCATOR OCEAN system distributed through the Marine Copernicus Service. (<http://www.marine.copernicus.eu>).

The National Centers for Environmental Information (NCEI) for the use of World Ocean Atlas 2018 (WOA18) available at <https://www.ncei.noaa.gov/data/oceans/woa/WOA18/DATA/>

El “Monitoreo Bio-Oceanográfico frente a Chicama y Paita” es una acción del Programa Presupuesto Por Resultados - PPR 068 El Niño “Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres” y su producto “Entidades Informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño” del IMARPE.

La contribución del Perú al XXVI crucero regional oceanográfico en el PSE es una acción de la DGIOCC/Imarpe en el marco del Programa Presupuesto Por Resultados - PPR 068 El Niño “Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres” y su producto “Entidades Informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño” del IMARPE, Perú.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Correa, D., A. Chamorro, J. Tam (2020). Clasificación pentadal de vientos frente a la costa peruana, Revista de Investigación de Física 23(3).

CPPS. 2003. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Convenios, Acuerdos, Protocolos, Declaraciones, Estatuto y Reglamento de la CPPS, Guayaquil, Ecuador.

CPPS. 2015. Protocolo del Uso del CTD Sea - Bird y Procesamiento de Datos. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS. Guayaquil, Ecuador. 23 p.

Domínguez, N., C. Grados, L. Vásquez, D. Gutiérrez, A. Chaigneau. Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Periodo: 1981-2010. Volumen 44, Número 1, Enero- Marzo 2017. Inf. Inst. Mar Perú 44(1).

Donlon, C. J, M. Martin, J. Stark, J. Roberts-Jones, E. Fiedler, W. Wimmer, 2012. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. Remote Sen. Env., 116, 140- 158.

ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. <http://www.imarpe.gob.pe>.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

- ENFEN, 2023a. Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). Informe Técnico ENFEN. Año 9, N°13, septiembre de 2023, 64 p.
- ENFEN, 2023b. Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). Informe Técnico ENFEN. Año 9, N° 14 al 26 septiembre de 2023, 56 p.
- ENFEN, 2023c. Comunicado Oficial ENFEN N°18-2023 del 10 de noviembre de 2023 (<https://www.gob.pe/institucion/imarpe/informes-publicaciones/4838920-comunicado-oficial-enfen-n-18-2023>)
- Huang, B., P. W. Thorne, V. F. Banzon, T. Boyer, G. Chepurin, J. H. Lawrimore, M. J. Menne, T. M. Smith, R. S. Vose & H.-M. Zhang. 2017. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, version 5 (ERSSTv.5): Upgrades, validations, and intercomparisons. *J. Climate*, 30, 8179-8205, doi:10.1175/JCLI-D-16-0836.1.
- IFREMER/CERSAT. 2005. NSCAT Level 3 Gridded Mean Wind Fields (IFREMER). Ver. 1. PO.DAAC, CA, USA. Dataset accessed [YYYY-MM-DD]. <ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Daily/>.
- Illig, S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G. S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000, *Journal of Geophysical Research*, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.
- IMARPE, 2023. Informe de campo de la componente oceanográfica. Crucero de Investigación Hidroacústica de los principales recursos pelágicos, septiembre-octubre, 2023. Informe Interno.
- Kobayashi S, Ota Y, Harada Y, Ebata A, Moriya M, Onoda H, Onogi K, Kamahori H, Kobayashi C, Endo H, Miyaoka K, Takahashi K (2015) The JRA-55 reanalysis: general specifications and basic characteristics. *J Meteor Soc Jpn* 93:5–48.
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévillon, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C.: Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, *Ocean Sci.*, 9, 57-81, 2013.
- Parsons, T.R., Y. Maita & C.M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis, Pergamon Press, Oxford, 173 pp.
- Pujol, M.-I., Faugère, Y., Taburet, G., Dupuy, S., Pelloquin, C., Ablain, M., and Picot, N.: DUACS DT2014: the new multi-mission altimeter data set reprocessed over 20 years, *Ocean Sci.*, 12, 1067-1090, doi:10.5194/os-12-1067-2016, 2016.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe-Ccalluari Carlos, Tam Jorge, Cinthia Arellano, Chamorro Adolfo, Espinoza-Morriberón Dante, Romero Carlos, Ramos Jorge (2017). Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. Informe Instituto del Mar de Perú, Vol 44(1): 18-34.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio  
de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

- Schaeffer P., I. Pujol, Y. Faugere, A. Guillot, N. Picot, The CNES CLS 2015 Global Mean Sea surface. Presentation OSTST 2016, [http://meetings.avisos.altimetry.fr/fileadmin/user\\_upload/tx\\_ausyclsseminar/files/GEO\\_03\\_Pres\\_OSTST2016\\_MSS\\_CNES\\_CLS2015\\_V1\\_16h55.pdf](http://meetings.avisos.altimetry.fr/fileadmin/user_upload/tx_ausyclsseminar/files/GEO_03_Pres_OSTST2016_MSS_CNES_CLS2015_V1_16h55.pdf) (last access 2023/10/01).
- Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo. El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización. Boletín Técnico-Vol. 1 Nº 2, Febrero del 2014. Instituto Geofísico del Perú. [http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2014/EINiño\\_v2\\_27\\_03\\_2014\\_7.pdf](http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2014/EINiño_v2_27_03_2014_7.pdf).
- UK Met Office, 2012. GHRSSST Level 4 OSTIA Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2). Ver. 2.0. PO.DAAC, CA, USA. Dataset accessed [YYYY-MM-DD] at <http://dx.doi.org/10.5067/GHOST-4FK02>.
- Wolter K. and M. S. Timlin, 1993. Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. *Proceedings of the 17th Climate Diagnostics Workshop*, Norman, Oklahoma. NOAA/NMC/CAC-NSSL-Oklahoma Climate Survey-CIMMS-School of Meteorology of the University of Oklahoma, pp. 52-57.
- Wolter K. and M. S. Timlin, 1998. Measuring the strength of ENSO events - how does 1997/98 rank? *Weather* **53**, 315-324.
- Wolter K. and M. S. Timlin, 2011. El Niño/Southern Oscillation behavior since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI. ext). *Int. J. Climatol.* **31**, 1074-1087.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

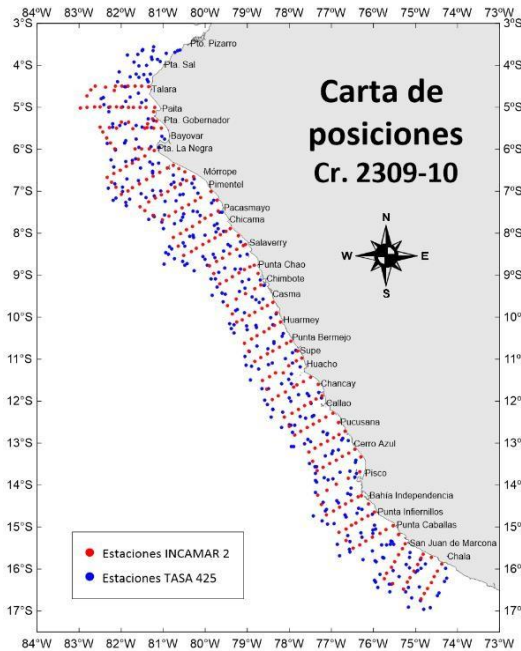


Figura 1. Mapa de las estaciones realizadas durante el XXVI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el océano Pacífico sudeste.

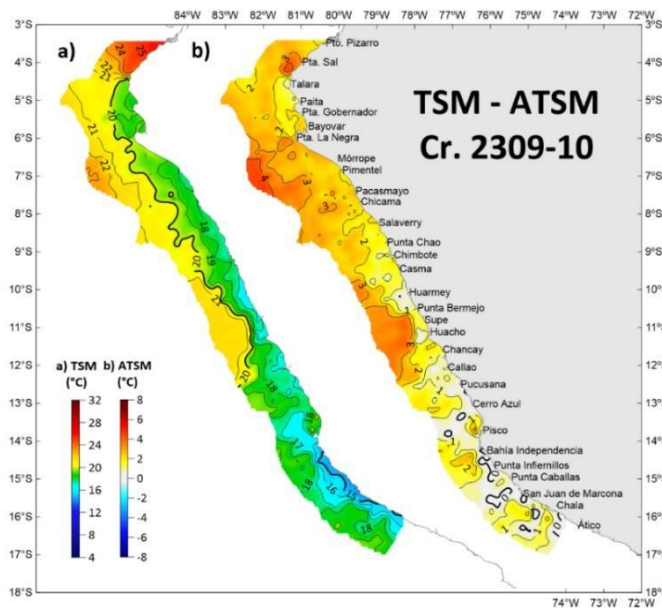


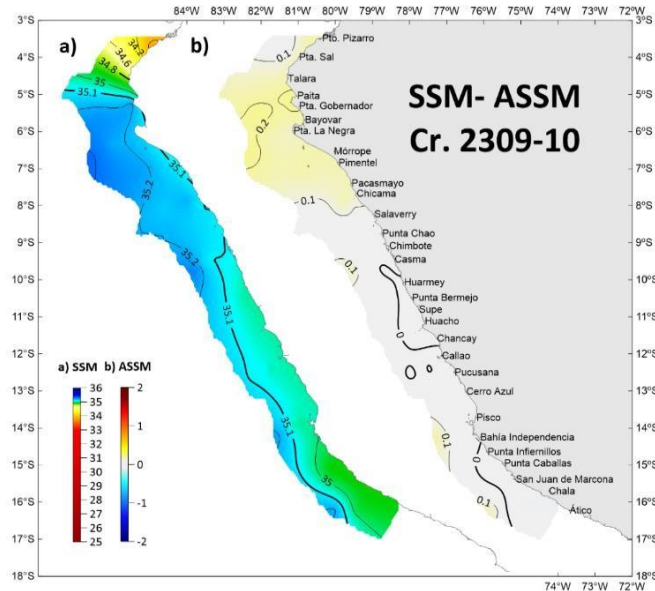
Figura 2. a) Temperatura superficial del mar [°C] y b) Anomalía de la temperatura superficial del mar [°C] durante el XXVI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el océano Pacífico sudeste – Sección Perú, ejecutado de septiembre a octubre del 2023. Las anomalías térmicas se estimaron de acuerdo a la climatología de Domínguez et al (2023).



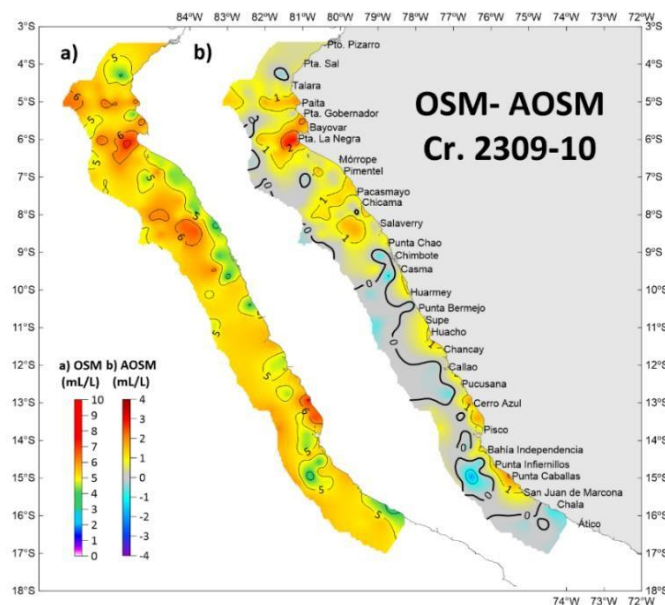
BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024



**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”**  
**“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

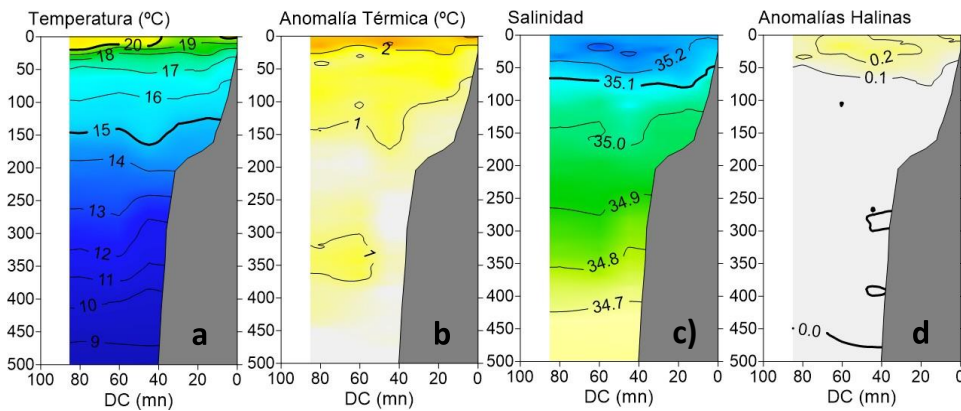


**Figura 3.** a) Salinidad superficial del mar y b) Anomalías de la Salinidad Superficial del Mar durante el XXVI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el océano Pacífico sudeste – Sección Perú, ejecutado de septiembre a octubre del 2023. Las anomalías halinas se estimaron de acuerdo a la climatología de Domínguez et al (2023).

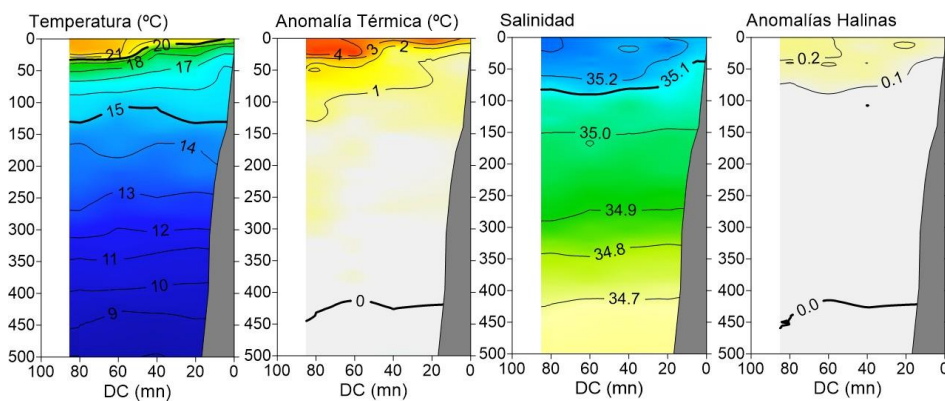


**Figura 4.** Concentración del oxígeno disuelto en la superficie del mar [ $\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ] durante el XXVI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el océano Pacífico sudeste – Sección Perú, ejecutado de septiembre a octubre del 2023. Las anomalías halinas se estimaron de acuerdo a la climatología de Domínguez et al (2023).

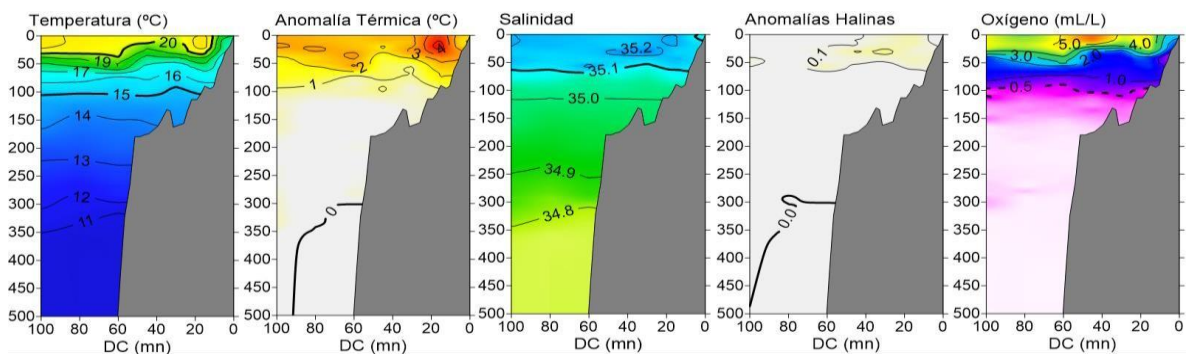
**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”**  
**“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**



**Figura 5.** Estructura de a) la temperatura del agua de mar [°C], b) Anomalia térmica, c) salinidad del mar y d) anomalías halinas frente a Punta Gobernador 5.5 °S. El perfil fue realizado del 25 al 26 de septiembre del 2023.

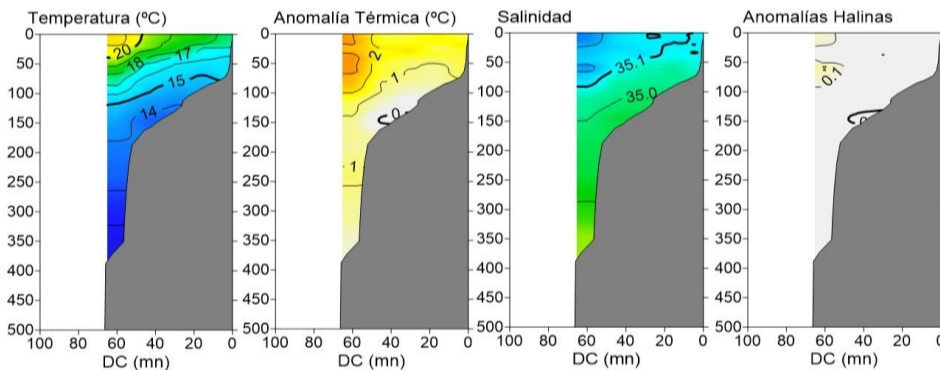


**Figura 6.** Estructura de a) la temperatura del agua de mar [°C], b) Anomalia térmica, c) salinidad del mar y d) anomalías halinas frente a punta La Negra. El perfil fue realizado del 26 al 27 de septiembre del 2023.

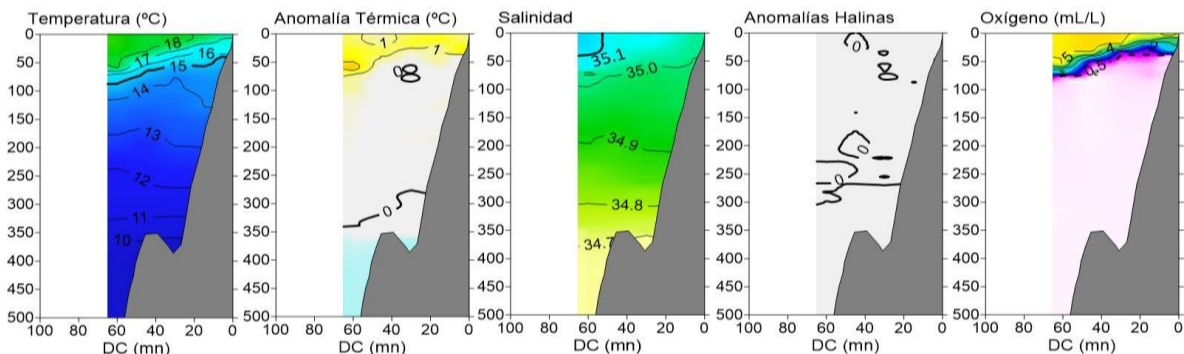


**Figura 7.** Estructura de a) la temperatura del agua de mar [°C], b) Anomalia térmica, c) salinidad del mar, d) anomalías halinas y e) oxígeno disuelto (mL/L) frente a Chicama. El perfil fue realizado el 28 de septiembre del 2023.

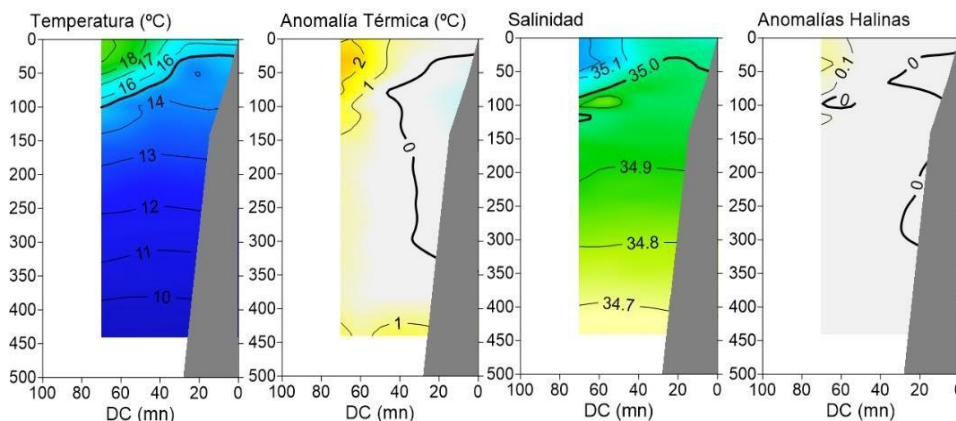
**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”**  
**“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**



**Figura 8.** Estructura de a) la temperatura del agua de mar [°C], b) Anomalía térmica, c) salinidad del mar y d) anomalías halinas frente a Chimbote. El perfil fue realizado el 01 de octubre del 2023.



**Figura 9.** Estructura de a) la temperatura del agua de mar [°C], b) Anomalía térmica, c) salinidad del mar, d) anomalías halinas y e) oxígeno disuelto [mL/L] frente al Callao. El perfil fue realizado el 03 de octubre del 2023.



**Figura 10.** estructura de a) la temperatura del agua de mar [°C], b) Anomalía térmica, c) salinidad del mar y d) anomalías halinas frente a Pisco. El perfil Pisco fue realizado el 06 de octubre del 2023.



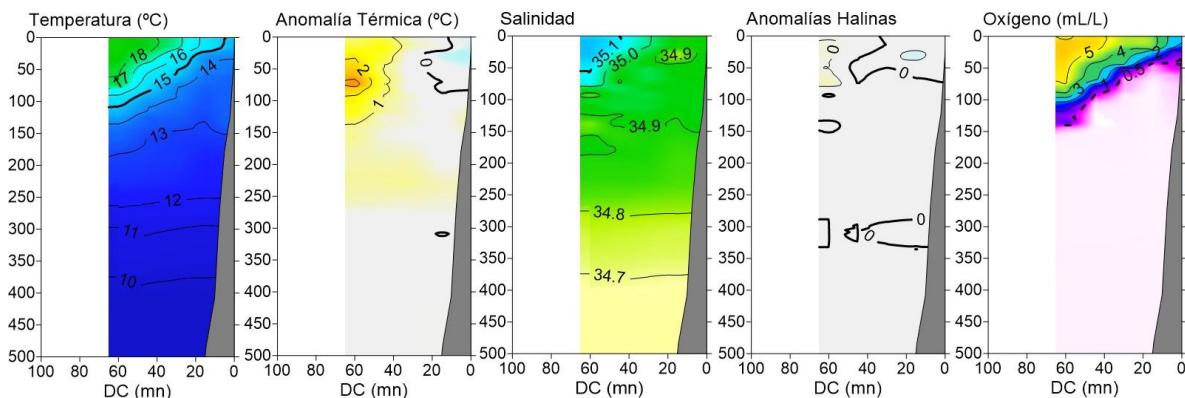
PERÚ

Ministerio de la Producción

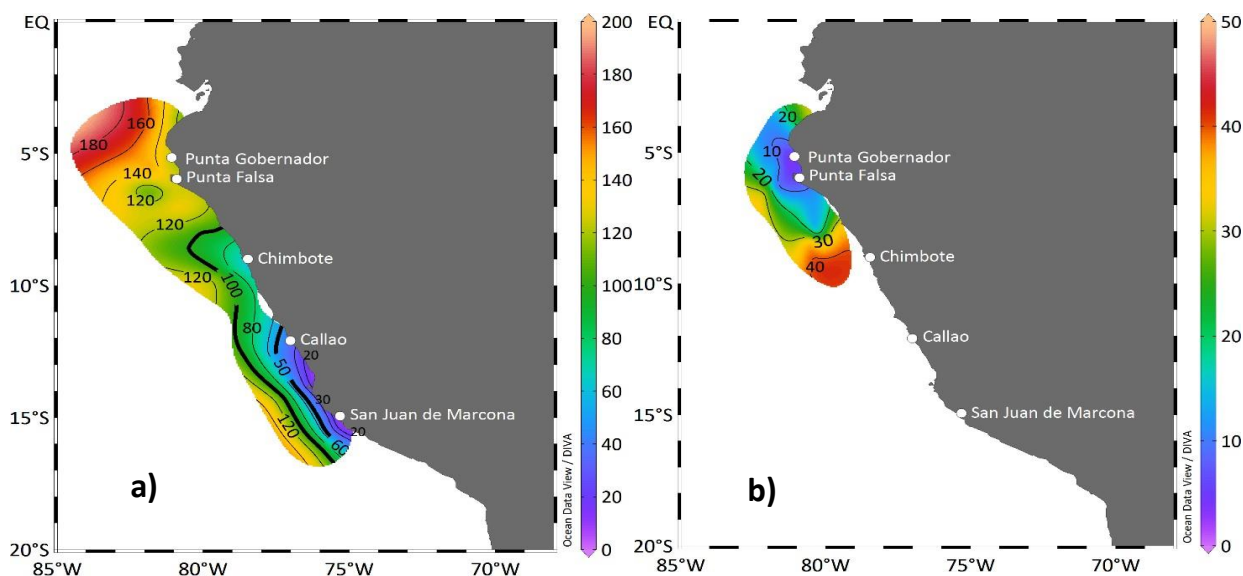


IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



**Figura 11.** Estructura de a) la temperatura del agua de mar [°C], b) Anomalia térmica, c) salinidad del mar, d) anomalías halinas y e) oxígeno disuelto [mL/L] frente a San Juan de Marcona. El perfil fue realizado el 07 de octubre del 2023 durante el crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoqueta y otros Recursos Pelágicos, Cr. 2309-10.



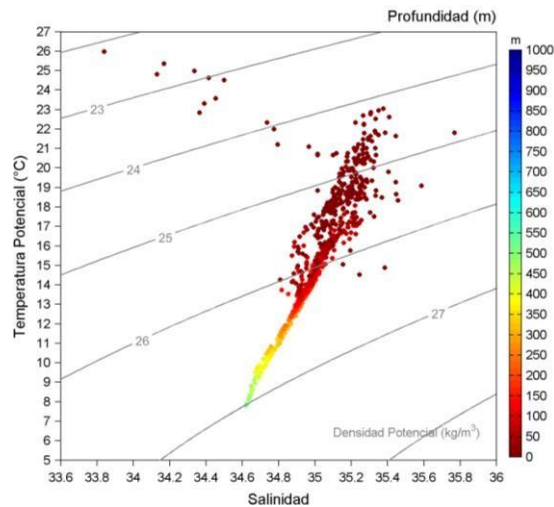
**Figura 12.** a) Profundidad [m] de la isoterma de 15 °C y b) profundidad [m] de la isoterma de 20 °C. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoqueta y otros Recursos Pelágicos Cr. 2309-10 en la E/P Incamar 2, contribución del Perú al XXVI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el océano Pacífico.



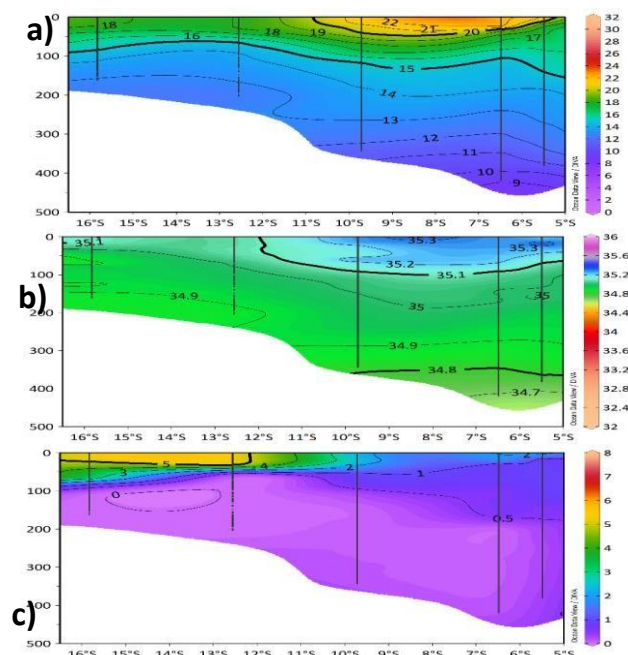
BICENTENARIO DEL PERÚ 2021 - 2024



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

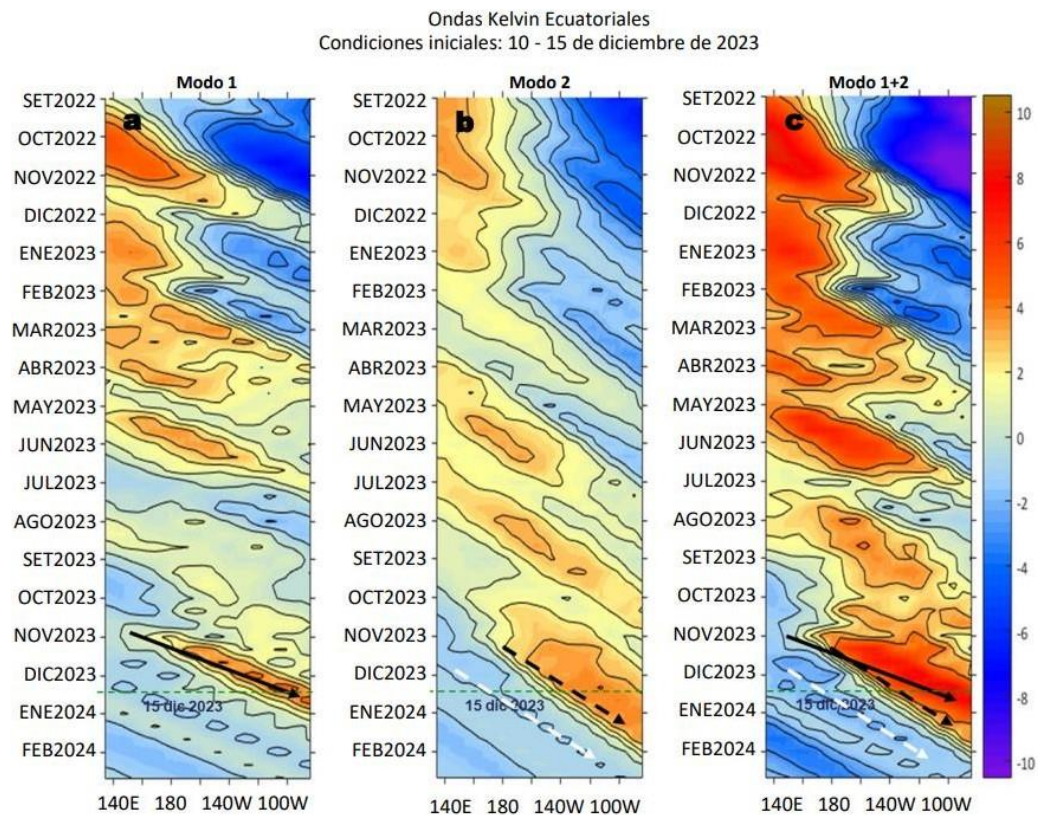


**Figura 13.** Diagrama TS. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoвета y otros Recursos Pelágicos Cr. 2309-10. XXVI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el océano Pacífico.



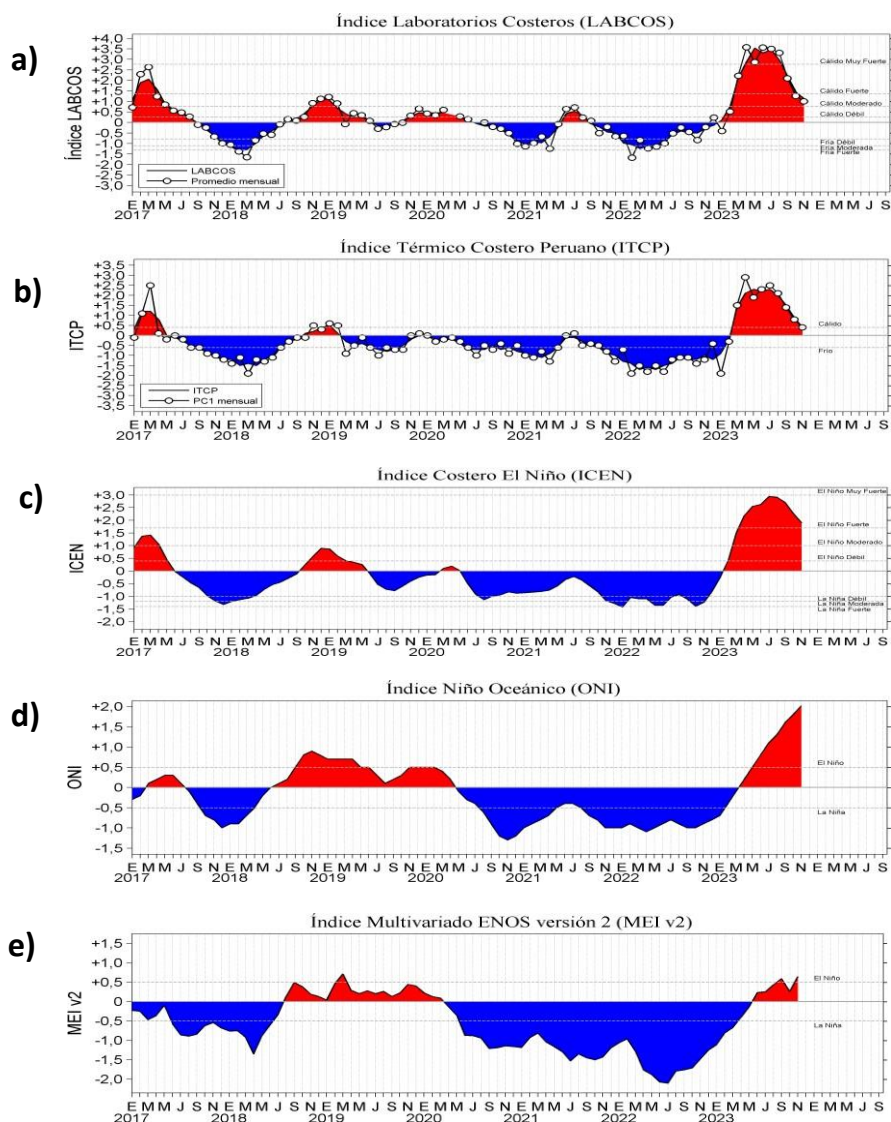
**Figura 14.** Estructura meridional de a) temperatura del mar [°C], b) salinidad y c) concentración de oxígeno disuelto [ml/L] en los 500 m superiores, a 100 km de la costa sudamericana. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoвета y otros Recursos Pelágicos Cr. 2309-10 en la E/P Incamar 2. XXVI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el océano Pacífico.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



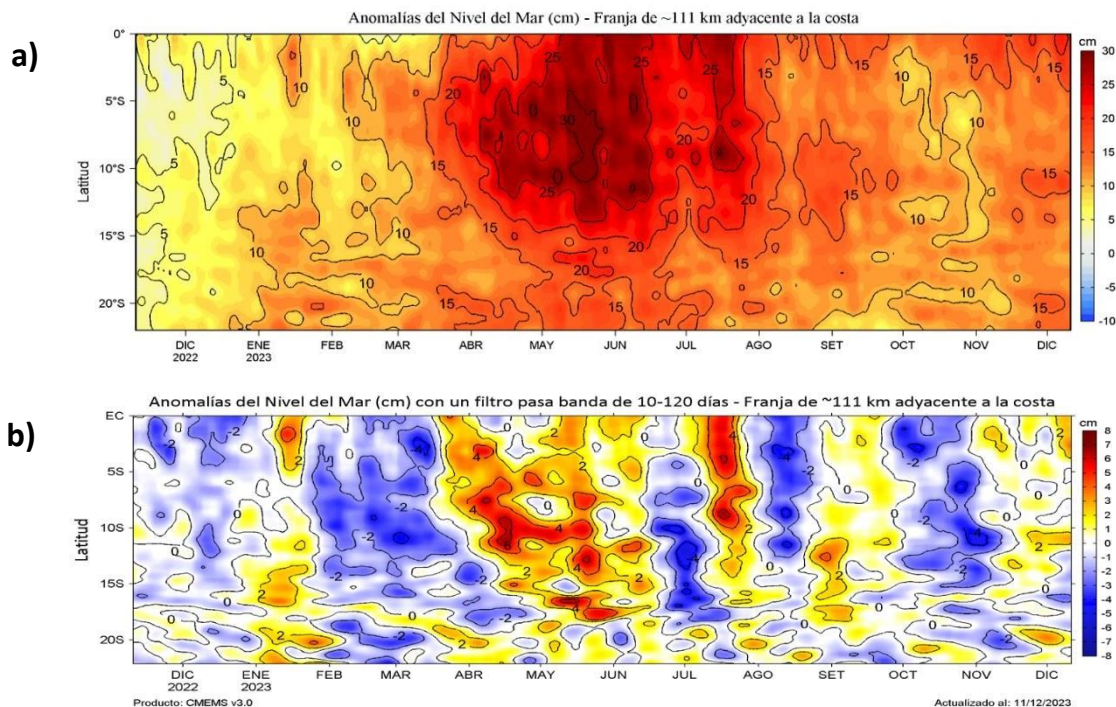
**Figura 15.** Diagramas Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin ecuatoriales en el océano Pacífico ecuatorial entre 130°E y 95°W forzado con anomalías del esfuerzo del viento ( $N/m^2$ ) del NCEP (Kalnay et al., 1996) de acuerdo con la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002): a) Modo 1, b) Modo 2 y c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal de color verde indica la fecha del inicio del pronóstico (15 de diciembre 2023) con anomalías del esfuerzo del viento igual a cero. Los valores negativos corresponden a ondas Kelvin de afloramiento “frías” y están representadas por flechas discontinuas de color blanco. Los valores positivos corresponden a ondas Kelvin “cálidas” cuya propagación está representada por flechas de color negro para el modo 1 (flecha sólida) y modo 2 (flecha discontinua). Datos del modelo: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”**  
**“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**



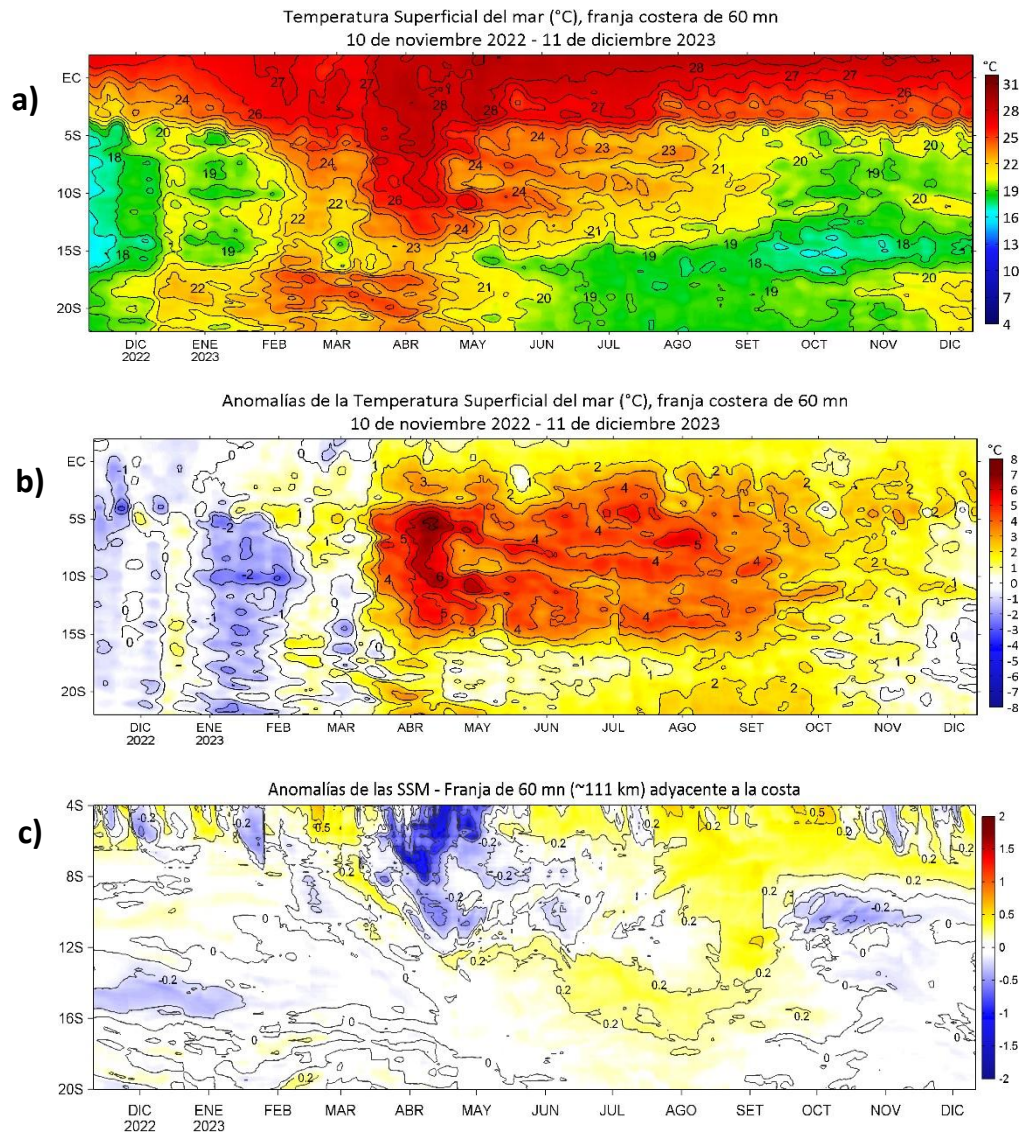
**Figura 16.** Series de tiempo de los índices climáticos a) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015), b) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), c) Índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi et al., 2014), d) Índice Niño Oceánico (ONI; Huang et al., 2017) y e) Índice Multivariado de ENOS (MEI v2; Wolter y Timlin (1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015), respectivamente, desde el año 2017.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



**Figura 17.** Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, a diciembre 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFH/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



**Figura 18.** Diagramas Hovmöller de TSM (a), anomalías de la TSM (b) y anomalías de la SSM (c) en la franja de las 60 millas náuticas adyacentes a la costa de noviembre 2022 a diciembre 2023. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 y Mercator ([http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com\\_sw&view=details&product\\_id=GLOBAL\\_ANALYSIS\\_FORECAST\\_PHY\\_001\\_024](http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_sw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024))Procesamiento: LHFM/AFIOF/IMARPE.



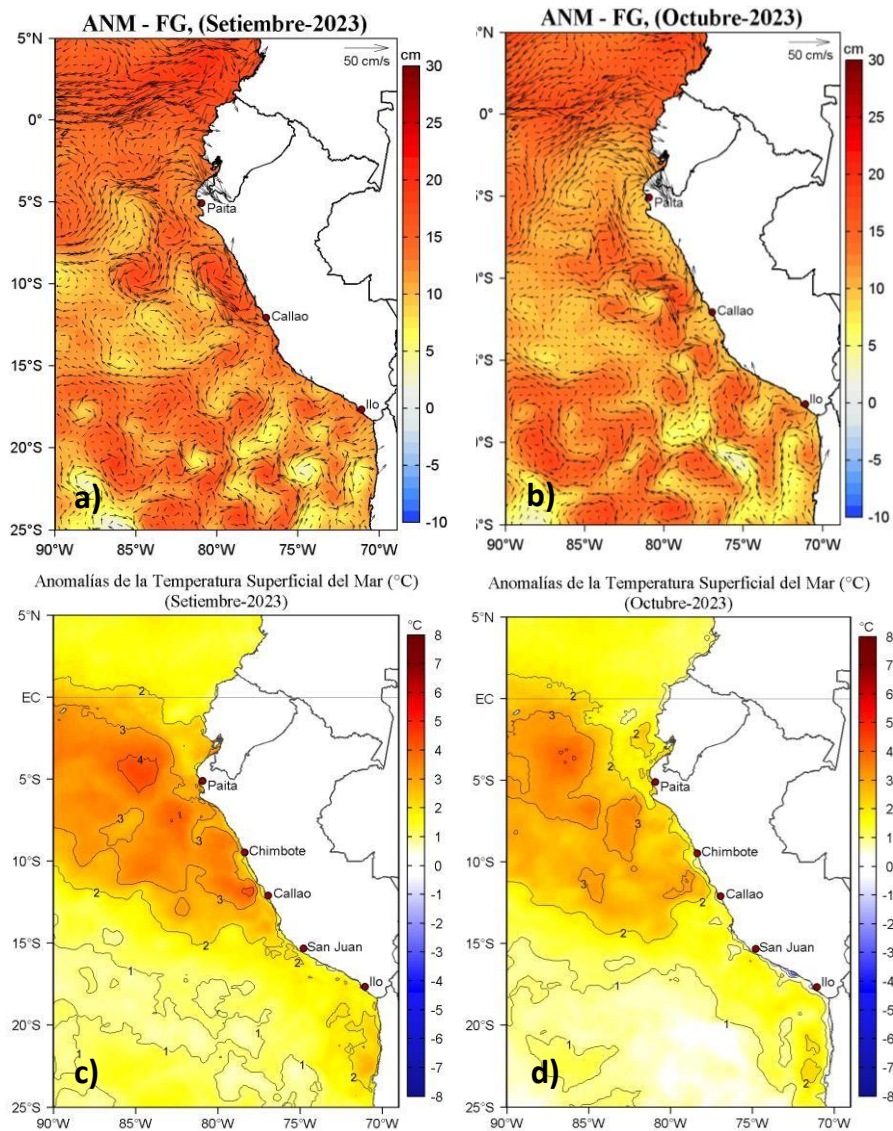
PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



**Figura 19.** Distribución de las anomalías del nivel del mar (a, b), de las anomalías de la temperatura superficial del mar (c, d) y de la temperatura superficial del mar (e, f) para septiembre y octubre del 2023, respectivamente. Datos: CMEMS v3.0 y OSTIA, respectivamente. Procesamiento: LHFMA/AFIOF/DGIOCC/Imarpe.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





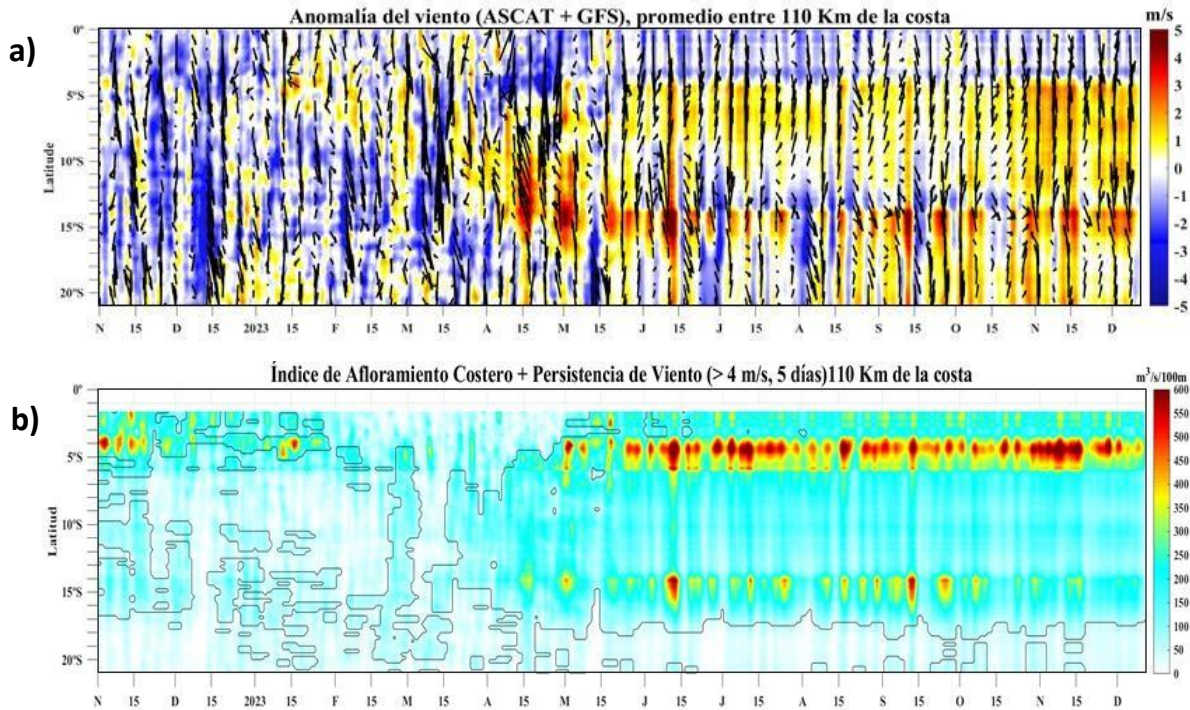
PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



**Figura 20.** Diagrama Hovmöller en la franja costera (100 Km frente a la costa del Perú): a) Anomalia de la velocidad del viento (m/s) y b) Anomalia del Índice de Afloramiento Costero ( $m^3/s/100\text{ m}$ ). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014.



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

Tabla 1. Valores promedio mensuales de los índices LABCOS, Índice Térmico Costero Peruano (ITCP), Índice Costero El Niño (ICEN), Índice Niño Oceánico (ONI) y Índice Multivariado ENOS (ENOSv2). Las estimaciones se obtuvieron de Quispe y Vásquez (2015), Quispe et al (2016), Takahashi, et al. (2014), Huang et al, 2017 (J. Climate). El Índice Multivariado ENOS se obtuvo de Wolter y Timlin (1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015).

ÍNDICE		LABCOS	ITCP	ICEN	ONI	MEI.v2
REGION		Litoral Peruano	Banda Afloramiento Perú	Región Niño 1+2	Región Niño 3.4	30°S-30°N 100°E-70°W
AÑO	MES					
2022	11	-0.27	-1.0	-1.24	-0.9	-1.48
	12	-0.13	-1.2	-0.81	-0.8	-1.25
2023	01	+0.12	-0.9	-0.27	-0.7	-1.11
	02	+0.78	-0.2	+0.42	-0.4	-0.81
	03	+2.11	+1.4	+1.51	-0.1	-0.67
	04	+2.89	+2.1	+2.19	+0.2	-0.41
	05	+3.54	+2.3	+2.55	+0.5	-0.14
	06	+3.31	+2.2	+2.62	+0.8	+0.23
	07	+3.46	+2.3	+2.94	+1.1	+0.25
	08	+2.97	+2.0	+2.91	+1.3	+0.43
	09	+2.22	+1.5	+2.70	+1.6	+0.59
	10	+1.46	+0.9	+2.27	+1.8	+0.26
	11	+1.14 <sup>1</sup>	+0.4 <sup>1</sup>	+1.90 <sup>1</sup>	+2.02	+0.64

<sup>1</sup> Valores temporales, actualizados al 30.11.2023



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024

