



**COMISIÓN PERMANENTE  
DEL PACÍFICO SUR (CPPS)**

# **Informe Final del Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste**

**Condiciones físicas y químicas del Océano Pacífico tropical  
oriental en septiembre-octubre de 2014**

**CPPS - 2019**

**Nota de responsabilidad:**

Este documento ha sido preparado por investigadores del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) de la Dirección General Marítima (DIMAR) de Colombia, del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) de Ecuador, del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) del Perú y del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) de Chile, con la coordinación de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Las designaciones empleadas y la presentación de la información en este documento no implican la expresión de juicio alguno de parte de la CPPS. Los puntos de vista expresados en este documento son responsabilidad de sus autores y no necesariamente son los puntos de vista de la CPPS.

**COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR – CPPS**

Dirección de Asuntos Científicos y Recursos Pesqueros

Av. Francisco de Orellana y Miguel H. Alcívar

Centro empresarial “Las Cámaras”, torre B, planta baja, oficinas 1, 2 y 3

Teléfono: (593-4) 3714390

Correo electrónico: sgeneral@cpps-int.org

www.cpps-int.org

Guayaquil, Ecuador

**Para efectos bibliográficos se sugiere citar este documento de la siguiente manera:**

Condiciones océano-atmosféricas en el Océano Pacífico Tropical oriental en septiembre – octubre de 2014. Informe Final del Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS. Guayaquil, Ecuador. 57 p.

**Autores:**

Hernán Reyes, Catherine Grendi, José Iriarte, María Grados, Sonia Recalde, Luis Pizarro, Cristina Carrasco, Jaime Letelier, Oscar Tascon, Nigiret Suarez.

**Fotos en la portada:**

Costa de Sudamérica, Océano Pacífico oriental. © H. Reyes (IFOP Chile)

**Reconocimientos:**

La Comisión Permanente del Pacífico Sur reconoce el profesionalismo, dedicación y espíritu de cooperación mostrados por los investigadores y el comando y la tripulación de los buques oceanográficos de Colombia, Ecuador, Perú y Chile que permitieron conducir y lograr los objetivos del Décimo Séptimo Crucero Oceanográfico Regional de Investigación conjunta en el Océano Pacífico Sudeste.

© 2019 CPPS

Guayaquil, Ecuador

ISBN: 978-9942-8758-4-6



9 7 8 9 9 4 2 8 7 5 8 4 6

INFORME FINAL DEL DÉCIMO SÉPTIMO CRUCERO REGIONAL  
CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA  
EN EL PACÍFICO SUDESTE:

Condiciones físicas y químicas del Océano Pacífico tropical oriental en  
septiembre-octubre de 2014

CPPS – 2019



# CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>II OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
<b>III DATOS Y MÉTODOS</b>	<b>4</b>
3.1 GRILLA DE MUESTREO POR PAÍS PARTICIPANTE	4
3.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	5
3.3 CÁLCULO DE MASAS DE AGUA	6
3.4 CARACTERIZACIÓN DE LA CONDICIÓN AMBIENTAL REGIONAL	8
3.5 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS REGIONALES EN EL PERIODO JULIO 2002 – OCTUBRE 2016	8
3.6 DATOS METEOROLÓGICOS	9
<b>IV RESULTADOS</b>	<b>9</b>
4.1 INFORMACIÓN REGIONAL	9
4.2 INFORMACIÓN SATELITAL	9
4.3 CONDICIONES SUPERFICIALES	10
<b>V DISCUSIÓN</b>	<b>18</b>
<b>VI CONCLUSIONES</b>	<b>21</b>
<b>VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>22</b>

# FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Mapa de ubicación de las estaciones y transectas oceanográficas del Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	27
<b>Figura 2.</b>	Series de tiempo en el período julio 2002 - octubre 2016 de: a) Índice ONI y Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en la Región Niño1+2 (contorno verde), b) rangos del índice ENSO Multivariado (MEI) por mes y clasificación de la intensidad de los eventos ENOS declarados El Niño (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro). Promedio de ATSM (°C) entre 6°N y 26°S, en los sectores: c) costero, d) oceánico, y e) entre 1°N y 2°S que corresponde al archipiélago de Galápagos. Las flechas indican los cruceros.	28
<b>Figura 3.</b>	Series de tiempo en el período mayo 2007 - octubre 2016 de: a) Índice ONI y Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en la Región Niño1+2 (contorno verde), b) rangos del índice ENSO Multivariado MEI por mes y clasificación de la intensidad de los eventos ENOS declarados El Niño (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro). Anomalía del viento en las componentes: c) meridional en la banda costera (0 y 30 mn), en el área delimitada entre 6°N-26°S, y d) zonal en el área delimitada entre 6°N-6°S y entre 90°O-75°O. Las flechas indican los cruceros.	29
<b>Figura 4.</b>	Distribución superficial de temperatura en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	30
<b>Figura 5.</b>	Distribución superficial de anomalía de temperatura en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	31
<b>Figure 6.</b>	Distribución superficial de salinidad en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	32
<b>Figura 7.</b>	Distribución superficial de anomalía de salinidad en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	33
<b>Figura 8.</b>	Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	34
<b>Figura 9.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 5°N, Colombia de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	35
<b>Figura 10.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 3°N, Colombia de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	36

<b>Figura 11.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 2°N, Colombia de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre	37
<b>Figura 12.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 1°N, Ecuador de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	38
<b>Figura 13.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 3°S, Ecuador de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	39
<b>Figura 14.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 5°S, correspondiente a Paita, Perú, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	40
<b>Figura 15.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 9°S, correspondiente a Chimbote, Perú, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	41
<b>Figura 16.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 12°S, correspondiente a Callao, Perú, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	42
<b>Figura 17.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 15°S, correspondiente a San Juan, Perú, de: a) salinidad y b) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	43
<b>Figura 18.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 18°25'S, correspondiente a Arica, Chile, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad, y b) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	44
<b>Figura 19.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 21°S, correspondiente a Punta Lobos, Iquique, Chile, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), B) salinidad, y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	45
<b>Figura 20.</b>	Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 23°40'S, correspondiente a Antofagsta, Chile, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad, y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	46
<b>Figura 21.</b>	Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Ecuatorial Superficial (AES), Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Subtropical (AST) en las transectas de Colombia, ubicadas en: a) 5°N, y b) 2°N. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	47

<b>Figura 22.</b>	Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Ecuatorial Superficial (AES), Ecuatorial Subsuperficial (AESS), Subtropical (AST) y Subtropical superficial (ASTS) en las transectas de Ecuador, ubicadas en: a) 1°N, y b) 3°S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	48
<b>Figura 23.</b>	Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Subtropical superficial (ASTS) en las transectas de Perú, ubicadas en: a) 5°S, y b) 9°S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	49
<b>Figura 24.</b>	Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Costera Fría (ACF) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en la transecta de Perú, ubicada en 12°S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	50
<b>Figura 25.</b>	Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Subtropical Superficial (ASTS) en las transectas de Chile ubicadas en: a) 18°25'S, y b) 21°S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	51
<b>Figura 26.</b>	Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en la transecta de Chile, ubicada en 23°40'S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	52
<b>Figura 27.</b>	Mapa de viento proveniente de las estaciones meteorológicas a bordo de los países: a) Colombia, y b) Ecuador. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	53
<b>Figura 28.</b>	Mapa de viento proveniente de las estaciones meteorológicas a bordo de los países: a) Perú, y b) Chile. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.	54

# TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Fecha de realización de los cruceros por país.	4
<b>Tabla 2.</b>	Características de los tipos de agua origen usadas en el método óptimo multiparamétrico. AST = Agua Superficial Tropical, AES = Agua Ecuatorial Superficial, ASTS = Agua Subtropical Superficial, ACF = Agua Costera Fría, ASAA = Agua Subantártica, AESS = Agua Ecuatorial Subsuperficial y AIAA = Agua Intermedia Antártica.	7
<b>Tabla 3.</b>	Masas de agua utilizadas durante el análisis OMP en los rangos de profundidad superior ( $\leq 300\text{m}$ ) e inferior de la columna de agua ( $\geq 300\text{ m}$ ), según latitud geográfica. AST=Agua Superficial Tropical, AES=Agua Ecuatorial Superficial, ASTS=Agua Subtropical Superficial, ACF=Agua Costera Fría, ASAA=Agua Subantártica, AESS=Agua Ecuatorial Subsuperficial y AIAA=Agua Intermedia Antártica.	7

# ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Comité Coordinador del XVII Crucero Oceanográfico Regional 2014	57
<b>Anexo 2.</b>	Plataformas de investigación y fechas de inicio y término de los cruceros 2014	57
<b>Anexo 3.</b>	Especialistas participantes - Programa de Intercambio de investigadores 2014	58
<b>Anexo 4.</b>	Personal científico participante en los cruceros 2014	58



# CONDICIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL OCÉANO PACÍFICO TROPICAL ORIENTAL

## Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Océano Pacífico Sudeste

Hernán Reyes<sup>1</sup>, Catherine Grendi<sup>1</sup>, José Iriarte<sup>3</sup>, María Grados<sup>2</sup>, Sonia Recalde<sup>4</sup>, Luis Pizarro<sup>2</sup>, Cristina Carrasco<sup>1</sup>, Jaime Letelier<sup>1</sup>, Oscar Tascon<sup>3</sup>, Nigiret Suarez<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>IFOP/Chile, <sup>2</sup>IMARPE/Perú, <sup>3</sup>CCCP/Colombia, <sup>4</sup>INOCAR/Ecuador

## RESUMEN

El Décimo Séptimo Crucero Oceanográfico Regional de Investigación Conjunta en el Pacífico Sudeste, en el marco del Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), organizado por los países miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), se realizó entre agosto y octubre de 2014, abarcando el área oceánica y costera de Colombia, Ecuador, Perú y Chile. Los indicadores regionales mostraron que entre febrero y julio de 2014, previo al crucero regional, se manifestó un periodo cálido a lo largo de la costa americana, el que se debilitó al sur de 4°S hacia septiembre de 2014.

Durante el periodo de realización del crucero conjunto 2014, la condición regional fue neutra en transición a cálida, previa al evento El Niño 2015-2016 que comenzó posteriormente en los primeros meses del año 2015. Las condiciones locales por país durante el crucero fueron de cálidas leves fuera de la Cuenca Pacífica Colombiana (CPC). Mientras que en Ecuador y norte de Perú fueron cálidas como parte del evento cálido que se desarrolló previamente. El ingreso de aguas cálidas hacia el norte de Perú, en conjunto con el paso de ondas Kelvin, mantuvieron una condición cálida al norte de los 12°S. Por su parte, en el sur de Perú y norte de Chile, las condiciones oceanográficas superficiales durante el crucero fueron neutras y frías, respectivamente, ya que previamente al crucero finalizó el pulso cálido que ocurrió a mediados de año en estas dos áreas.

Durante el crucero se registraron procesos de surgencia a lo largo de la costa peruana y chilena, de intensidad variable, siendo la más importante en extensión la observada en el área centro sur de Perú. La combinación de presencia de AESS y la surgencia costera definió las características de la banda costera de Perú y Chile, mientras que en el territorio marítimo de Colombia y Ecuador fue el aporte de agua dulce y las estructuras de mesoescala.

**PALABRAS CLAVES:** Océano Pacífico Sudeste, interacción océano-atmósfera, El Niño, CPPS.

## ABSTRACT

The Seventeenth Oceanographic Research Regional Cruise in the Southeast Pacific, within the framework of the Regional Study of El Niño Phenomenon "(ERFEN, its Spanish acronym), organized by the member countries of the Permanent Commission of the South Pacific (CPPS, its Spanish acronym), was held between August and October 2014, covering the ocean and coastal area of Colombia, Ecuador, Peru and Chile. Prior to the cruise, the Regional indicators showed that between February and July 2014, a warm period was manifested along the South American coast, which weakened south of 4°S by September 2014.

During the period of the 2014 joint cruise, the regional condition was neutral in transition to warm, prior to the El Niño 2015-2016 event that began later in the first months of 2015. The local conditions by country during the cruise were slightly warm outside the Colombian Pacific Basin (CPB). While in Ecuador and northern Peru the local conditions were warm as part of the warm process that was previously developed. The entrance of warm waters from the northern part of Peru, together with the passage of Kelvin waves, maintained a warm condition north of 12°S. Otherwise, in southern Peru and northern Chile, the surface oceanographic conditions were neutral to cold, respectively, where the decrease of the warm process in September would explain the normal conditions in this area.

During the cruise period, upwelling processes were recorded along the Peruvian and Chilean coast, of variable intensity, the most important in extension the one observed in the south-central area of Peru. The combination of the presence of Equatorial Subsurface Water (ESSW) and the coastal upwelling defined the characteristics of the coastal band of Peru and Chile, while the maritime territory of Colombia and Ecuador was contributed by fresh water and mesoscale structures.

**KEYWORDS:** Southeast Pacific Ocean, ocean-atmosphere interaction, El Niño, CPPS.

## I | INTRODUCCIÓN

La recurrencia del fenómeno El Niño motivó a la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) a la constitución del programa “Estudio Regional del Fenómeno El Niño” (ERFEN), para monitorear de manera integrada y coordinada las condiciones oceanográficas en el Pacífico centro-Sur. Así, desde 1998 se ejecuta el Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el océano Pacífico de Ecuador, Colombia, Perú y Chile cuyos resultados se comparten en un informe de carácter público. Este crucero regional es un compromiso de cada uno de los países participantes que ha permitido investigaciones institucionales conjuntas, estandarización de metodologías e instrumentos, intercambio de investigadores y técnicos, fortaleciendo con ello las competencias científicas en los países de la región bajo un enfoque multidisciplinario hacia la gestión en forma integrada del riesgo y prevención de eventos climáticos. Este tipo de cooperación permite que los esfuerzos nacionales de monitoreo permanente consoliden una red observacional para el monitoreo y previsión de ENOS en el Pacífico centro Sur.

## II | OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar las condiciones oceanográficas y meteorológicas en el PSE durante agosto-octubre de 2014, con el propósito de contribuir a la vigilancia climática para la gestión del riesgo.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las condiciones océano-atmosféricas a macro escala en el Pacífico Tropical y sus efectos en la dinámica regional.
- Describir las condiciones oceanográficas en el Pacífico Tropical y sur oriental registradas durante el periodo del crucero.
- Analizar las condiciones océano-atmosféricas durante el periodo del crucero para contribuir al diagnóstico y previsión de condiciones ENOS en la región.

## III | DATOS Y METODOS

### 3.1 GRILLA DE MUESTREO POR PAÍS PARTICIPANTE

Los países que conformaron el crucero conjunto de la CPPS realizado durante el 2014, fueron Colombia, Ecuador, Perú y Chile, y sus fechas de realización se muestran en la **Tabla 1**.

**Tabla 1. Fecha de realización de los cruceros por país.**

PAÍS	FECHA REALIZACIÓN DE CRUCERO
Colombia	4 al 28 de octubre de 2014
Ecuador	15 de septiembre al 6 de octubre de 2014
Perú	8 de agosto al 1° de octubre de 2014
Chile	16 al 29 de octubre de 2014

El crucero oceanográfico de Colombia N°53/VXII, se realizó en la CPC ubicada entre las latitudes 1,5°N y 6,5°N y longitudes 77,5°O y 84°O, además de las zonas insulares de Isla Gorgona e Isla Malpelo. La grilla del muestreo abarcó un total de 75 estaciones. Sobre la región costera las estaciones estuvieron distanciadas entre 1 y 30 mn, extendiéndose hasta 60 mn en la región oceánica (80°O-84°O; 2°N-5°N) (**Figura 1**). En su totalidad, se realizaron 72 de 75 perfiles programados de temperatura y salinidad (96%) con un CTDO *Sea Bird* modelo 19 plusV2.

En el área marítima de Ecuador, comprendida entre el continente y el archipiélago de Galápagos (92°O-82°O; 1°N-3°S) se realizó el crucero N°CR-XVII-2014, a bordo del BAE Orión, con 18 estaciones oceanográficas completas con un CTDO *Sea Bird* modelo 19 plusV2 que incluyeron perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno hasta 500 m (**Figura 1**). La toma de muestras de agua para el análisis de oxígeno disuelto se realizó a profundidades estándar (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m), empleando una botella *Van Dorn* de 4L. El oxígeno disuelto fue determinado *in-situ* por el método yodométrico-modificación Azida, según *Standard Methods* 4500-0 C utilizando botellas de DBO de 300 ml.

El crucero de Perú, a bordo del B/C José Olaya Balandra, contempló el área entre 5°S y 17°S y desde la costa hasta las 80 mn (**Figura 1**). Durante el crucero se realizaron estaciones oceanográficas con un CTDO *Sea Bird* modelo 19 plusV2, distribuidas en transectas zonales frente a Paita (5°S), Chimbote (9°S), Callao (12°S) y San Juan (15°S) hasta los 500 m de profundidad. Además, se tomaron muestras de agua para análisis de oxígeno disuelto, salinidad y clorofila. La conductividad se midió con el Portasal Guildline RS-10. La concentración de oxígeno disuelto fue determinada *in-situ* aplicando el método de Winkler modificado por Carrit & Carpenter (1965). Los datos meteorológicos obtenidos durante el crucero se emplearon para elaborar mapas de distribución de los vientos dominantes.

En Chile, la zona de estudio comprendió desde Arica (18°25'S) hasta bahía Moreno (23°40'S) (**Figura 1**) a bordo del B/I Abate Molina, donde se efectuaron cinco transectas perpendiculares a la costa, equidistantes entre sí cada 80 mn, extendiéndose cada una de ellas hacia el oeste,

desde la primera hasta las 100 mn de la costa, exceptuando la transecta de Arica, cuyo límite oceánico fue hasta 70 mn. En total se efectuaron 66 estaciones bio-oceanográficas. En las transectas se realizaron siete estaciones bio-oceanográficas posicionadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70 y 100 mn de la costa. Las variables temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia se registraron con un CTD/OF *Sea Bird* modelo 911. Los datos de oxígeno disuelto discreto se obtuvieron en la vertical y mediante el método Winkler modificado por Carpenter (1965). En las estaciones de 100 mn de la costa se realizaron mediciones con CTDO hasta 700 m de profundidad. Los datos de viento fueron obtenidos a bordo durante el crucero con una estación meteorológica VAISALA “*Maritime Observation System*”, modelo MAWS 410, cada 3 segundos.

### 3.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información de los CTD *Sea Bird* se procesó de acuerdo a los procedimientos estándares recomendados por el fabricante (<http://www.seabird.com/model-number-list>) y CPPS 2015. Posteriormente, estos datos fueron utilizados para construir campos superficiales y verticales de temperatura, salinidad, y oxígeno disuelto, por medio del método y análisis de interpolación *Data Interpolating Variational Analysis-DIVA* (<http://modb.oce.ulg.ac.be/mediawiki/index.php/DIVA>; Troupin et al., 2012). Para el análisis y visualización de los datos se empleó el formato NCL, proveniente del National Center for Atmospheric Research (NCAR; <http://www.ncl.ucar.edu/>).

Para el cálculo de las anomalías superficiales de temperatura y salinidad, se utilizó la climatología generada por World Ocean Database (WOA 2009; <https://data.nodc.noaa.gov/thredds/catalog/woa09/catalog.html>), excepto en el cálculo de las anomalías de salinidad de Perú (septiembre) y Chile (octubre), para lo cual se utilizó la climatología de CSIRO Atlas of Regional Seas, (CARS; <http://www.marine.csiro.au/~dunn/cars2009/>). El valor de la anomalía correspondió a la diferencia entre el valor observado y los promedios para cada mes, calculados respecto a la climatología utilizada. Las cartas superficiales fueron generadas por medio del software Matrix Laboratories (MatLab), utilizando las herramientas de *m\_map* V1.4j (<https://www.eoas.ubc.ca/~rich/map.html>).

Los valores de salinidad en el informe, se presentan en forma adimensional de acuerdo a las recomendaciones de UNESCO (1981).

La línea de costa utilizada en las cartas superficiales, se construyó a partir de la base de datos de dominio público WVS (World Vector Shorelines) de GSHHG (Global Self-consistent Hierarchical, High-resolution Geography Database; Wessel & Smith, 1996), versión 2.3.5 (abril, 2016) de la NOAA (<https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/shorelines/gshhs.html>)

Con las secciones verticales se obtuvo indirectamente información de la profundidad de las isotermas de 15°C y 20°C y la profundidad del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto (1 mL/L), esto cuando existía este valor en las estaciones de la sección respectiva.

La batimetría en los perfiles verticales se basó en el modelo global de elevación digital DEM-GTOPO 30, con resolución de 1 km del U.S. Geological Survey (USGS; <https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30>).

### 3.3 CÁLCULO DE MASAS DE AGUA

Mediante el Método Óptimo Multiparamétrico (OMP) (Tomczak & Large, 1989; Karstensen & Tomczak, 1998), se determinaron y cuantificaron las masas de agua presentes en el área de estudio, entre agosto y octubre de 2014. Las masas de agua que formaron parte de la zona de estudio y los parámetros necesarios para realizar el análisis (*i.e.*, temperatura potencial, salinidad y oxígeno disuelto), se establecieron mediante información bibliográfica que se indica más adelante. Las masas de agua corresponden al: Agua Superficial Tropical (AST), Agua Ecuatorial Superficial (AES), Agua Subtropical Superficial (ASTS), Agua Costera Fría (ACF), Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Agua Intermedia Antártica (AIAA). Cuando no se pudo obtener un valor para definir el agua tipo mediante revisión bibliográfica, se realizó un diagrama de Temperatura potencial ( $T_{\theta}$ ) versus el parámetro faltante para determinar el valor requerido, este paso solo es posible si los datos están dentro del espacio definido por la  $T_{\theta}$ , y salinidad de la masa de agua tipo. En el cálculo de AST se utilizó el valor de  $T_{\theta}$  según Cucalón (1983), los valores de salinidad y oxígeno se obtuvieron realizando diagramas de  $T_{\theta}$  vs el parámetro faltante utilizando la data de Colombia entregada en este informe. En AES se utilizaron los valores de Fiedler y Talley (2006), el valor de oxígeno disuelto fue obtenido según los datos de Colombia. En ASTS se tomaron los valores según Carrasco (2013). Para ACF se utilizó el valor de  $T_{\theta}$  según León et al. (2011), el valor de salinidad se obtuvo según Zuta y Guillen (1970) y el valor de oxígeno disuelto se obtuvo mediante gráfica según la data de Perú entregada en este informe. En ASAA se tomaron los valores según Carrasco (2013). Para AESS se usaron los valores de Llanillo et al., (2013) y para AIAA se usaron los valores de Carrasco (2013). Las características de las masas de agua utilizadas en este estudio se presentan en la **Tabla 2**. Por su parte, las delimitaciones geográficas de las masas de agua se establecieron según las discusiones de Wyrтки (1967), Zuta y Guillen (1970), Strub et al. (1998), Fiedler y Talley (2006) y Silva et al. (2009).

En cada transecta, el análisis fue dividido en dos rangos de profundidad (superior e inferior), para limitar el número de aguas tipo y garantizar un sistema sobre determinado de ecuaciones. La profundidad de quiebre para el análisis fue de 300 m, con la finalidad de minimizar los residuales, tanto en la parte superior como inferior del análisis (residual de conservación de masa <0,5%), y permitir una transición suave y coherente en la contribución (%) de mezcla de AESS (masa de agua presente en todas las transectas) entre la parte superior e inferior del análisis. Así, en el rango superior se determinaron las masas de agua superiores de la columna de agua (se excluyó del análisis el AIAA) y posteriormente, en el rango inferior se determinaron las masas de agua inferiores (*i.e.*, AESS y AIAA y solo se consideró una masa de agua de la capa superior de la columna de agua que entregue el menor residual posible). Además, en algunas transectas se excluyeron datos usando el criterio si en éstas se presentaba demasiada variabilidad superficial, y contribuía a una mala resolución del análisis. De esta manera, en las transectas ubicadas a 5°N y 2°N (Colombia) se eliminaron datos con densidad potencial <20,4

kg/m<sup>3</sup> y en la transecta ubicada a 1°N (Ecuador) se eliminaron los datos con densidad potencial <22 kg/m<sup>3</sup>. Las masas de agua utilizadas en cada rango de profundidad según su ubicación geográfica se presentan en la **Tabla 3**.

Finalmente, el análisis OMP se llevó a cabo utilizando el paquete estándar OMP2-2005, desarrollado en la plataforma MATLAB por Karstensen & Tomczak (1999) el cual se puede obtener en línea a través de la página: <http://omp.geomar.de>. La información de masa de agua se presenta como un porcentaje de participación de masa de agua (PPMA) de aquellos núcleos que tienen un porcentaje mayor a 50%.

**Tabla 2. Características de los tipos de agua origen usadas en el método óptimo multiparamétrico. AST = Agua Superficial Tropical, AES = Agua Ecuatorial Superficial, ASTS = Agua Subtropical Superficial, ACF = Agua Costera Fría, ASAA = Agua Subantártica, AESS = Agua Ecuatorial Subsuperficial y AIAA = Agua Intermedia Antártica.**

Masa de agua	Temperatura potencial (°C)	Salinidad	Oxígeno disuelto (ml /L)	Conservación de masa
AST	27	32,0 <sup>a</sup>	4,55 <sup>a</sup>	---
AES	24	34,8	3,64 <sup>a</sup>	---
ASTS	24	35,5	5,11	---
ACF	18	35,0	3,41 <sup>b</sup>	---
ASAA	13	34,1	5,45	---
AESS	10	34,8	0,31	---
AIAA	3	34,0	7,50	---
Ponderación	24	24	7	120

a: Este parámetro fue obtenido desde valores locales (datos del crucero de Colombia).

b: Este parámetro fue obtenido desde valores locales (datos de crucero de Perú)

**Tabla 3. Masas de agua utilizadas durante el análisis OMP en los rangos de profundidad superior (≤300m) e inferior de la columna de agua (≥300 m), según latitud geográfica. AST=Agua Superficial Tropical, AES=Agua Ecuatorial Superficial, ASTS=Agua Subtropical Superficial, ACF=Agua Costera Fría, ASAA=Agua Subantártica, AESS=Agua Ecuatorial Subsuperficial y AIAA=Agua Intermedia Antártica.**

Latitud (°N, °S)	Masas de agua utilizadas en el rango superior del OMP	Masas de agua utilizadas en el rango inferior del OMP
5°N, 2°N y 1°N	AST – AES – AESS	AES – AESS – AIAA
3°S y 5°S (Paíta)	AST – ASTS – AESS	ASTS – AESS – AIAA
9°S (Chimbote), 12°S (Callao) y 15°S (San Juan)	ASTS – ACF – AESS	ACF – AESS – AIAA
18°S (Arica), 21°S (Iquique) y 23°S (Mejillones)	ASTS – ASAA – AESS	ASTS – AESS – AIAA

### 3.4 CARACTERIZACIÓN DE LA CONDICIÓN AMBIENTAL REGIONAL

En el análisis regional se utilizó la serie de tiempo del índice ONI entre julio de 2002 y octubre 2016 ([http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)). El ONI es una medición de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y permite estimar las condiciones ecuatoriales referentes a periodos fríos o cálidos. En las figuras, los periodos cálidos (en rojo) y fríos (en azul) están basados en los umbrales del índice ONI de +/- 0,5, que corresponde al promedio de la corrida de tres meses de la anomalía de temperatura ERSSTv5 de la Región Niño 3.4 (5°N-5°S; 120°O-170°O). En el mismo periodo se utilizó también la serie de rangos bimensuales del índice ENOS Multivariado (MEI) y su categorización de los procesos ENOS, que emplea el percentil 30, quintil y decil de acuerdo a la serie de rangos MEI (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/rank.html>). El MEI combina la presión a nivel del mar, las componentes zonal y meridional del viento, la temperatura superficial del mar y del aire, y la fracción total de nubosidad en la zona ecuatorial.

### 3.5 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS REGIONALES EN EL PERIODO JULIO 2002 – OCTUBRE 2016

Para hacer el análisis de las condiciones oceanográficas en el periodo julio 2002 - octubre 2016, se confeccionaron diagramas de anomalía de temperatura superficial del mar en formato 2D (latitud vs tiempo) llamado Hovmöller para las áreas entre 6°N y 26°S, y entre 1°N y 2°S (archipiélago de Galápagos), comprendiendo el área desde la costa hasta 100 mn (90°O). La información utilizada para estos diagramas representa datos de promedio compuesto mensuales de temperatura que fueron obtenidos del programa "Ocean Color Web" que distribuye datos del satélite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). Las anomalías de temperaturas satelital (ATSM) corresponden a la sustracción de la señal anual del periodo julio 2002- octubre 2016 a los datos mensuales de la serie.

Diagramas Hovmöller se confeccionaron también del campo de viento satelital (promedio mensual) proveniente de ASCAT con una resolución espacial de 0,25° x 0,25° (<ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Daily/>). Estos diagramas se presentan en forma de anomalías en las componentes meridional en la costa (0-30 mn) entre 6°N y 26°S, y zonal entre latitudes 6°N a 6°S y longitudes 90°O a 75°O. En la componente meridional, las anomalías de viento en la banda costera entre 0-30 mn que fueron positivas en el hemisferio norte (6°N-0°) correspondieron a viento norte (dirección hacia el sur) y en el hemisferio sur (0°-26°S) correspondió a viento sur (dirección hacia el norte).

### 3.6 DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos de viento de Chile fueron submuestreados, tomándose finalmente un dato cada 30 minutos y que corresponde al promedio de los últimos 10 minutos. Con ellos se elaboró una carta de intensidad y dirección. Con los datos de viento observado durante el desarrollo de cada crucero se representa como una gráfica horizontal con vectores direccionales en cada punto donde se tomó la información.

## IV | RESULTADOS

### 4.1 INFORMACIÓN REGIONAL

#### Índices

El Índice ONI de los años 2002 a 2016, junto con los rangos de clasificación del MEI para eventos ENOS se muestran en la **Figuras 2a-b y 3a-b**. El ONI indicó valores bajo el umbral de +0,5 para el trimestre octubre-noviembre-diciembre 2014, cuando registró +0,6°C. Los rangos del MEI por su parte, señalaron una condición neutral desde abril de 2012 hasta comienzos de 2015.

### 4.2 INFORMACIÓN SATELITAL

#### Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en el periodo 2002-2016

En los diagramas Hovmöller se presenta la ATSM promedio por sector costero (**Figura 2c**), oceánico (**Figura 2d**) e insular en el archipiélago de Galápagos (**Figura 2e**).

El ONI y los rangos MEI, destacaron un período prolongado de condiciones neutras por casi tres años entre 2012 y 2015, sin embargo, estos indicadores dieron cuenta de dos breves periodos cálidos a mediados de 2012 y otro en el 2014, los que no llegaron a concretarse como un evento El Niño. En ambos períodos cálidos, las anomalías positivas fueron menos intensas en el archipiélago de Galápagos (>+1°C). Sumado a lo anterior, ATSM positivas >+1°C se extendieron hasta 6°N por el norte y hasta 26°S por el sur, las que permanecieron gran parte del año 2012, en cambio en el 2014 predominaron las ATSM negativas cercanas a cero al sur de los 18°S.

A nivel local, a mediados de 2012 se registraron anomalías positivas con valores que alcanzaron +2°C en el sector costero entre 9° y 13°S y en sector oceánico entre 7°-13°S, mientras que a mediados de 2014 fueron también de +2°C en la costa entre 5°-12°S y en el sector oceánico entre 4°-14°S.

Durante el periodo agosto-octubre de 2014, desde el extremo norte de la zona hasta 14°S en el sector costero, las anomalías fueron principalmente positivas, con máximos valores de +1°C en

el área de Ecuador. En el sector oceánico, las anomalías positivas abarcaron hasta 17°S, con máximos de +1°C frente a Ecuador y focos menos extensos en 10°S y 17°S. En el área de Chile, las ATSM permanecieron negativas (cerca al cero) en ambos sectores. En el archipiélago de Galápagos las ATSM permanecieron positivas aunque <+1°C durante estos dos meses.

### **Anomalías de viento en las componentes meridional y zonal**

En la costa sudamericana, el viento (**Figura 3c**) favorable a la surgencia (viento sur en Perú y Chile y viento norte en Ecuador y Colombia) tuvo un predominio de anomalías positivas desde el comienzo de la serie hasta mediados de 2010, con máximos >2 m/s entre 24°-26°S en el primer semestre del 2007, en los 3°S durante la mayor parte de este periodo y entre 2°N-6°N a fines de 2007 y principio de 2008.

Desde mediados de 2010 y hasta comienzos de 2014, las anomalías del viento se mantuvieron en la zona en el rango  $\pm 1$  m/s. Específicamente, en el primer semestre de 2014, entre Colombia y Perú, predominaron anomalías positivas con máximos hasta +1 m/s mientras que, en Chile las anomalías fluctuaron entre positivas y negativas cercanas a cero. Entre julio y septiembre de 2014 predominaron valores negativos en toda la zona y desde octubre a diciembre positivos.

En la componente zonal del viento, viento este, en Ecuador y alrededores la anomalía permaneció a lo largo de la serie dentro en un rango de  $\pm 1$  m/s, con predominio de valores cercanos a cero. Particularmente, se destacan anomalías positivas desde mayo 2007 hasta comienzos de 2008, período donde se registró el máximo de la serie, 3 m/s. También destacó con valores positivos el año 2010, 2013 y el segundo semestre de 2016. En 2014 dominaron valores negativos. Las mayores anomalías negativas, -1 m/s, se registraron en Colombia entre 2015 y 2016.

## **4.3 CONDICIONES SUPERFICIALES**

### **Temperatura Superficial del Mar (TSM)**

La TSM para la zona se presenta en la **Figura 4**. Durante el crucero de octubre de año 2014, en la Cuenca Pacífico Colombiana, la TSM presentó un estrecho rango que fluctuó entre 26,5° y 28°C. Los valores más altos (>27,5°C) se registraron en el sector costero al norte de 4°N, y en el central entre 80°-81°O y hasta el norte de 5°N. Por otra parte, TSM <27°C en la CPC se registraron en el sector oceánico, al oeste de 80°O y al sur de 3°N.

En Ecuador, durante la segunda quincena de septiembre y comienzo de octubre, la TSM varió de 20° a 26°C, con las máximas ubicadas en el sector costero al norte de la línea del Ecuador 0° y las mínimas en el sector más oceánico en 86°O al sur de 2°S. Hacia el oeste del archipiélago de las Islas Galápagos se observaron aguas más frías, entre 20,5° y 21°C. Desde el archipiélago al oeste, la inclinación de las isoterms registradas durante el crucero, evidenció la localización del intenso frente ecuatorial en forma diagonal al área de estudio.

En Perú, entre agosto y septiembre la TSM fluctuó de ~14° a 20°C. Al norte de 12,5°S se registraron las mayores temperaturas >17°C, con máximos al oeste de 7°S. En la franja costera,

aguas frías con valores  $<16^{\circ}\text{C}$  se observaron entre  $8,5^{\circ}$  y  $12,8^{\circ}\text{S}$ , y al sur de  $14^{\circ}\text{S}$ , con valores mínimos  $<14^{\circ}\text{C}$ . El gradiente térmico más intenso se registró entre  $9^{\circ}$  y  $11^{\circ}\text{S}$ .

En Chile durante octubre, la temperatura superficial fluctuó entre  $13^{\circ}$  y  $17,5^{\circ}\text{C}$ . Los valores más altos  $>17^{\circ}\text{C}$  se presentaron en las estaciones oceánicas del extremo norte (20-70 mn), con un remanente cálido en las transectas centrales (20-40 mn) entre  $20^{\circ}$  y  $21^{\circ}\text{S}$ . TSM  $<16^{\circ}\text{C}$  se observaron el sector costero de  $19^{\circ}$  y  $21^{\circ}\text{S}$ , mientras que al sur de  $22^{\circ}\text{S}$  estos valores tuvieron una mayor cobertura espacial, destacando un núcleo frío  $<14^{\circ}\text{C}$  en el sector costero al sur de  $23^{\circ}\text{S}$ .

### **Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM)**

La ATSM para la zona se presenta en la **Figura 5**. Las ATSM en Colombia variaron de  $-0,1^{\circ}\text{C}$  a  $0,8^{\circ}\text{C}$ , dominando los valores positivos en prácticamente toda el área. Los valores más bajos  $<0,2^{\circ}\text{C}$  se observaron paralelos a la costa con el mínimo en  $4^{\circ}\text{N}$  con  $79^{\circ}\text{O}$ . Los máximos  $>0,8^{\circ}\text{C}$  se registraron en el sector oceánico, en  $5^{\circ}\text{N}$ , y valores  $>0,6^{\circ}\text{C}$  se extendieron hasta  $3^{\circ}\text{N}$  con  $81^{\circ}\text{O}$ . Dos focos de menor tamaño  $>0,6^{\circ}\text{C}$  se registraron en los extremos norte y sur del sector costero.

En Ecuador predominaron ATSM positivas  $>1^{\circ}\text{C}$ , en una franja costera que alcanzó una extensión máxima hacia el oeste llegando hasta  $87^{\circ}\text{O}$  con  $1^{\circ}\text{S}$ , que se prolongó en forma diagonal hasta el límite occidental del muestreo al sur de  $2,5^{\circ}\text{S}$ . Estas anomalías registraron un máximo de  $3^{\circ}\text{C}$  a  $\sim 60$  mn de la costa al sur de  $1,5^{\circ}\text{S}$ . Anomalías negativas se presentaron principalmente al noreste del archipiélago de Galápagos, con valores de hasta  $-1,8^{\circ}\text{C}$ , además de dos focos ubicados en al norte ( $-0,25^{\circ}\text{C}$ ), y sur de  $86^{\circ}\text{O}$  ( $-0,8^{\circ}\text{C}$ ).

Las ATSM en Perú fluctuaron de  $-2^{\circ}$  a  $+2^{\circ}\text{C}$  durante el mes de agosto, mientras que se observaron hasta  $+2,5^{\circ}\text{C}$  en septiembre. Durante agosto el ingreso de agua cálida con anomalías  $>1^{\circ}\text{C}$  se evidenció entre las latitudes  $6^{\circ}$  y  $7^{\circ}\text{S}$  y entre  $9^{\circ}$  y  $12^{\circ}\text{S}$ , las que aumentaron a  $>2^{\circ}\text{C}$  en septiembre.

En Chile las ATSM variaron de  $-2,5^{\circ}$  a  $0,75^{\circ}\text{C}$ . Anomalías  $>0,5^{\circ}\text{C}$  se registraron en la región central entre  $21^{\circ}$  y  $22^{\circ}\text{S}$ . ATSM negativas  $<-1^{\circ}\text{C}$  se ubicaron en la franja costera al norte de  $21^{\circ}\text{S}$  y entre las dos últimas transectas ( $22^{\circ}$ - $23,5^{\circ}\text{S}$ ). Las ATSM mínimas,  $<-2^{\circ}\text{C}$ , se presentaron en la costa en la latitud  $19^{\circ}\text{S}$ .

### **Salinidad Superficial del Mar (SSM)**

La SSM en la zona se presenta en la **Figura 6**. La salinidad en la CPC presentó un gradiente que aumentó en sentido costa-océano, desde el mínimo salino de 24, en el sector costero de  $3,8^{\circ}\text{N}$ , hasta un máximo de 32,75, en el borde suroeste del área de estudio, al sur de  $3,5^{\circ}\text{N}$ . Entre las latitudes  $5^{\circ}$  y  $4^{\circ}\text{N}$  la salinidad se presentó más homogénea, con valores entre 31 y 32.

En Ecuador la salinidad varió de 33, en una franja costera desde  $0,5^{\circ}\text{N}$  hasta  $1,5^{\circ}\text{S}$ , hasta  $>35,1$  en el sector oceánico al sur de  $2,5^{\circ}\text{S}$ . En el sector oceánico al sur de los  $0,5^{\circ}\text{S}$ , la salinidad presentó valores de 34 que se proyectaron diagonalmente hasta la costa al sur de  $\sim 2,8^{\circ}\text{S}$ . En el archipiélago de Galápagos, la salinidad varió entre 34,2 y 34,8. Esta inclinación de las isohalinas al igual que con las isotermas, permitió identificar la ubicación del frente ecuatorial.

La salinidad en Perú varió de 34,6 a 35,3. Las aguas menos salinas (<34,5) se observaron en el límite norte del área de estudio en ~5°S. A lo largo de la costa se presentaron salinidades ~35,1 las que al sur de 11°S presentaron mayor cobertura espacial. La salinidad se presentó >35,1 al norte de 12°S en el sector oceánico.

En Chile la salinidad a nivel superficial varió de 34,7 a 35,2. Se observó el ingreso de agua más salina desde el sector oceánico norte, con valores >35,1 que abarcaron hasta ~21,5°S. La franja costera de las 20 mn presentó salinidades <35, las que disminuyeron al sur de 22°S y exhibieron una mayor cobertura espacial hacia el sector oceánico. Los mínimos salinos se registraron focalizados en la costa al norte y sur de 23°S, y en borde suroeste del área de estudio.

### **Anomalía de la Salinidad Superficial del Mar (ASSM)**

La ASSM en la zona se presenta en la **Figura 7**. En Colombia, ASSM <0 cubrieron la mayor parte de la CPC, con valores mínimos de -5 en el sector costero de 4,5°S. Otro foco negativo <-1 se observó en la misma latitud al oeste de 81°O. Anomalías positivas se registraron desde 5°N al norte, que alcanzaron el máximo de +3 en la costa.

Desde el Pacífico central ecuatorial se observó el ingreso de una masa de agua menos salina hacia el área de Ecuador, que generó anomalías <0 en gran parte de la zona. El mínimo <-1 se presentó en la transecta de 86°O y valores <-0,25 en la transecta más cercana a la costa, al sur de 0,5°S. En el archipiélago de Galápagos las anomalías se presentaron levemente negativas, entre 0 y -0,25. ASSM positivas de +0,25 se registraron sólo en el borde suroeste (3°S).

Las ASSM en el área de Perú fluctuaron entre ~-1 en el extremo norte (5°S) y focos oceánicos de +1,5 en ~11°S y al sur de 15°S. En gran parte del área predominaron anomalías neutrales, las que tuvieron mayor cobertura en agosto, ya que en septiembre se presentaron ASSM positivas o negativas levemente superiores.

El área de estudio de Chile presentó una amplia distribución de ASSM >0. Valores de hasta +0,1 se registraron en el sector más oceánico al norte de 19°S y en el centro entre 19,5° y 22°S. En la costa al sur de los 23°S, se presentaron ASSM >0, de hasta +0,05.

### **Oxígeno Disuelto Superficial (OD)**

El OD en la zona se presenta en la **Figura 8**. El OD en la Cuenca Pacífico Colombiana varió de 4,2 a 5,4 mL/L. La mayor parte del área presentó valores ~4,8 mL/L. Las mínimas concentraciones se presentaron al norte de 5°N y al oeste de 78°O, y las máximas en la costa en 4,5°S.

El área de Ecuador mostró una distribución superficial de oxígeno ~4,3 mg/L, con variaciones <0,1 mL/L en concentración en toda la zona.

En Perú el OD presentó concentraciones entre 2 y 8,2 mL/L. Valores <4 mL/L se observaron en la franja costera en 5°S, entre 6° y 13°S y al sur de 14°S. El valor mínimo <2,5 mL/L se presentó

en la costa entre  $\sim 7,5^\circ$  y  $\sim 8,2^\circ\text{S}$ , y el máximo  $>7$  mL/L se registró en el sector costero entre  $\sim 13^\circ$  y  $14^\circ\text{S}$ . En el sector oceánico el oxígeno registró una amplia cobertura con concentraciones de  $\sim 5$  mL/L, excepto entre  $7,5^\circ$  y  $8,5^\circ\text{S}$  donde fueron menores ( $\sim 4,5$  mL/L).

En Chile la distribución de OD mostró concentraciones entre 1,77 y 6,42 mL/L. Valores  $>5$  mL/L tuvieron una amplia distribución espacial tanto en la costa como en el sector oceánico, con máximos  $>5,5$  mL/L en el sector costero en  $\sim 19,6^\circ\text{S}$  y entre  $\sim 20,5^\circ$  y  $\sim 21,2^\circ\text{S}$ . Concentraciones  $<5$  mL/L se registraron focalizados en la costa entre  $19^\circ$  y  $19,5^\circ\text{S}$ , en  $\sim 20^\circ\text{S}$ , y al sur de  $22^\circ\text{S}$  que alcanzó valores  $<2$  mL/L al sur de  $23^\circ\text{S}$ .

### **Distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto**

En la zona de Colombia, el océano presentó una capa oxigenada superficial con un espesor  $\sim 40$  m en la costa y algo menor en el extremo oceánico, con concentraciones  $>4,5$  mL/L (**Figuras 9a a 11a**). La oxiclina de 2 mL/L fue más intensa en  $2^\circ\text{N}$  a  $\sim 50$  m. El límite superior de la capa de mínimo oxígeno (1 mL/L) se presentó a profundidades variables entre 75 y 150 m en los  $5^\circ\text{N}$ , entre 100 y 250 m en los  $3^\circ\text{N}$  y entre 150 y 250 m en los  $2^\circ\text{N}$ . A 100 km de la costa en las transectas de  $5^\circ$  y  $2^\circ\text{N}$ , se observó la menor profundidad de esta isolínea, ya que en  $3^\circ\text{N}$  se registró a una mayor distancia (200 km). Las concentraciones mínimas  $<0,25$  mL/L, se registraron bajo  $\sim 250$  m en los  $5^\circ\text{N}$ , profundizándose hasta bajo los 320 m en los  $2^\circ\text{N}$ .

La salinidad presentó intensas variaciones en la capa superficial ( $<50$  m), con frentes halinos horizontales con valores mínimos  $<30$  en la costa, principalmente en  $5^\circ\text{N}$ , con máximos  $>32,9$  en  $2^\circ\text{N}$  (**Figuras 9b a 11b**). En la vertical una intensa haloclina se desarrolló en  $5^\circ\text{N}$ , a profundidades entre los 25 y 75 m, estrechándose hacia el Ecuador. Bajo los 100 m de profundidad en los  $5^\circ\text{N}$  y bajo los 50 m entre  $3^\circ$  y  $2^\circ\text{N}$ , la salinidad presentó un aumento, con una capa  $>34,9$  que abarcó hasta los 250 m. Bajo este nivel descendió lentamente con la profundidad hasta el límite del muestreo (500 m).

La temperatura de la capa superficial de los primeros 50 m presentó valores entre  $26^\circ$  y  $27,5^\circ\text{C}$  en el sector costero, disminuyendo la temperatura de esta capa levemente en el sector oceánico (**Figuras 9c a 11c**). La isoterma de  $15^\circ\text{C}$  se ubicó entre los 75 y 125 m. La termoclina aumentó su intensidad desde  $5^\circ\text{N}$  a  $2^\circ\text{N}$ . La temperatura disminuyó gradualmente bajo los 200 a medida que aumentó la profundidad hasta mínimos  $<8,5^\circ\text{C}$  en 500 m.

En la zona de Ecuador, el oxígeno disuelto en la capa superficial ( $<25$  m) de la transecta en  $1^\circ\text{N}$ , presentó concentraciones  $>4,5$  mL/L, con una disminución en los primeros metros desde los 700 km hacia la costa (**Figuras 12a y 13a**). En  $3^\circ\text{S}$  la capa  $>4$  mL/L presentó un espesor máximo de 50 m en el extremo oceánico, un mínimo  $\sim 10$  m en los 300 mn, aumentando a 25 m en la estación más costera. En ambos extremos el oxígeno presentó núcleos  $>4,5$  mL/L. En las transectas de  $1^\circ\text{N}$  y  $3^\circ\text{S}$  la oxiclina se intensificó hacia la costa. En la transecta sur a  $\sim 650$  km de la costa se observó una leve pendiente positiva. En la transecta norte la isolínea de 1 mL/L se mantuvo con poca variación vertical en  $\sim 275$  m. En la transecta sur, esta isolínea se ubicó a una menor profundidad, entre 225 m en el extremo oceánico entre 100 a 800 km de la costa. En ambas

transectas se registraron valores mínimos  $<0,25$  mL/L, a  $>300$  m de profundidad en  $1^{\circ}$ N y a  $>200$  m en  $3^{\circ}$ S.

El frente halino se observó bien definido a lo largo de toda la transecta en  $1^{\circ}$ N, y dentro de primeros 450 km en la transecta de  $3^{\circ}$ S (**Figuras 12b y 13b**). En la transecta de  $1^{\circ}$ N los valores fluctuaron entre  $<33,1$  en los primeros 250 km, aumentando gradualmente hasta 33,8 a 800 km de la costa, con una haloclina muy marcada que se intensificó hacia la costa abarcando un espesor entre 25 y 50 m. En la transecta  $3^{\circ}$ S la haloclina solo estuvo presente en los primeros 400 km del área afectada por el frente Ecuatorial. Esta haloclina presentó valores extremos entre 34 y 35 en los primeros 50 m. Bajo la haloclina en la transecta de  $1^{\circ}$ N, la salinidad presentó una distribución homogénea  $\sim 34,9$  entre los 50 y  $\sim 250$  m, con un núcleo salino  $>35$  en el sector oceánico a 900 km de la costa, y valores levemente  $<34,7$  bajo 400 m. Bajo la haloclina en  $3^{\circ}$ S, hacia la costa y a  $<100$  m se observó una capa salina  $>35$ . En el sector más oceánico  $>700$  km la salinidad descendió gradualmente de  $>35,1$  en superficie a  $<34,7$  bajo los 400 m.

En la transecta latitudinal ubicada en  $1^{\circ}$ N (**Figura 12c**), las mayores temperaturas se registraron entre superficie y 40 m de profundidad, con el máximo  $>26^{\circ}$ C en el sector más costero ( $82^{\circ}$ O), y el mínimo superficial  $<24^{\circ}$ C en el extremo oeste de la transecta. La isoterma de  $15^{\circ}$ C se presentó entre 50 y 125 m. En la transecta de  $3^{\circ}$ S (**Figura 13c**), las mayores temperaturas  $>22^{\circ}$ C se registraron en el sector oceánico, con un segundo máximo ( $>20,5^{\circ}$ C) en la costa, y el mínimo ( $<20^{\circ}$ C) ubicado a 450 km de la costa ( $86^{\circ}$ O). A  $\sim 650$  km de la costa la termoclina se presentó menos definida, con pendiente positiva en las isotermas de  $16^{\circ}$  a  $19^{\circ}$ C. La temperatura disminuyó con la profundidad hasta un mínimo  $<8^{\circ}$ C, cercano a los 500 m. La isoterma de  $15^{\circ}$ C se presentó entre 50 y 125 m.

En Perú, el oxígeno disuelto mostró variaciones en los primeros 50 m (**Figura 14a a 16a**). En  $5^{\circ}$ S las concentraciones máximas  $>5$  mL/L sólo se registraron en el sector oceánico ( $>140$  km) dentro de los 25 m de profundidad, las que disminuyeron gradualmente hacia el sector costero hasta 2 mL/L en los primeros 20 m. A medida que aumentó la profundidad se observó una fuerte oxiclina la que se extendió hasta 30 m en el sector costero y hasta 75 m en el oceánico. En la transecta de  $9^{\circ}$ S valores a nivel superficial  $>4$  mL/L, abarcaron una capa más ancha que la transecta del norte, profundizando la oxiclina entre 30 y 60 m. En esta transecta una pendiente positiva se presentó en las estaciones más costeras debido a la presencia de un foco  $<0,25$  mL/L, centrado a 35 m de profundidad. En la transecta de  $12^{\circ}$ S, valores  $>4$  mL/L ocuparon a nivel superficial la parte central de la transecta, y la oxiclina se mantuvo entre 30 y 60 m desde el límite occidental hasta 60 km de la costa. Todas las secciones presentaron un ascenso a superficie de las isolíneas entre 2 y 4 mL/L. En la vertical la isolínea de 1 mL/L se mantuvo estable en 125 m en  $5^{\circ}$ S, disminuyendo gradualmente su profundidad hacia el sur de 50 a 25 m océano-costa en  $12^{\circ}$ S. Los valores mínimos  $<0,25$  mL/L ocuparon la mayor parte de la columna a  $>175$  m en  $5^{\circ}$ S, disminuyendo su profundidad hacia el sur en  $12^{\circ}$ S, hasta detectarse desde los 60 m en el sector oceánico y desde los 25 m en el sector costero.

La salinidad (**Figuras 14b a 16b y 17a**) en  $5^{\circ}$  y  $9^{\circ}$ S presentó una capa de valores  $>35$  en los primeros 100 m, en tanto en la transecta de  $12^{\circ}$ S esta capa disminuyó a 60 m y fue de 80 m en  $15^{\circ}$ S. En  $12^{\circ}$ S una cuña salina se extendió entre 20 y 70 km a un nivel de profundidad de  $\sim 20$  m,

y en 15°S ésta cuña sólo se registró a un nivel más superficial en el sector oceánico entre 40 y 100 km de la costa. Un núcleo máximo >35,2 se registró en los primeros metros en 9°S, llegando a >31 en 12° y 15°S. La salinidad disminuyó gradualmente bajo los 325 m de profundidad, hasta valores <34,7 en 5° y 9°S, y hasta valores de 34,6 cerca de fondo en 12°S y bajo 400 m en 15°S. En la costa la salinidad disminuyó a <35 en 9° y 12°S, y a <34,9 en 15°S.

En Perú la temperatura superficial oceánica (**Figuras 14c a 16c y 17b**) fluctuó desde 19°C en las dos transectas del norte, en 5° y 9°S hasta 16°C en las transectas del sur, en 12° y 15°S. En la costa el rango fluctuó entre 22° y 14°C, registrados en los extremos de la zona (5° y 15°S). En la vertical la temperatura descendió gradualmente hasta los 8°C en el nivel máximo de muestreo. En el sector oceánico de la transecta de 5°S, la termoclina se caracterizó por temperaturas de 16° a 18°C. En la transecta de 9°S, la termoclina de 16° a 19°C se ubicó a menos de 75 m debilitándose y dentro de la plataforma a 60 km de la costa. En las secciones de 12° y 15°S, la termoclina se observó mucho menos definida ubicándose la isoterma de 15°C entre 50 y 100 m de profundidad en el sector oceánico. Todas las transectas mostraron a <100 m pendientes positiva en las isotermas hacia la costa, ascendiendo a la superficie la isoterma de 18°C en 5°S, la de 17° a 19°C en 9°S, la isoterma de 16°C en 12°S y la de 14° a 16°C en 15°S. En la costa de 9°S, se registró un núcleo con TSM <15°C en torno a los 25 m provocando un gradiente horizontal muy localizado. La mayor inclinación de las isotermas se registró entre 12° y 15°S.

En Chile, el oxígeno disuelto mostró variaciones en los primeros 100 m (**Figuras 18a a 20a**). Todas las transectas presentaron una capa superficial oceánica bien oxigenada con valores >5 mL/L, y un espesor entre 25 m en el extremo norte y 75 m en el sur. Bajo esta capa, la oxiclina estuvo bien desarrollada en el sector oceánico, ubicándose entre 75 m y 100 m el límite superior de la capa de mínimo oxígeno. Hacia la costa las isolíneas presentaron pendientes positivas dentro de los 40 km en las transectas de 18,5° y 21°S, y desde los 80 km hacia la costa en 23°S. En las estaciones costera de las tres transectas se observó un aumento en el oxígeno en los primeros metros y una profundización de las isolíneas en relación a las siguientes estaciones, sin embargo, la isolínea de 1 mL/L se mantuvo a <25 m, por tanto, se produjo una intensificación de la oxiclina. El núcleo de la capa de mínimo oxígeno con concentraciones <0,25 mL/L, se distribuyó en el sector oceánico entre 70 y 450 m en el norte disminuyendo su detección entre 125 y 400 m en el extremo sur. Bajo esta capa el oxígeno aumentó levemente, registrándose el límite inferior de la capa de mínimo oxígeno (1mL/L) en los 100 km de la transecta de 23°S.

La salinidad presentó variabilidad dentro de los primeros 50 m, con una capa más salina >35 desde los 30 km hasta el límite occidental en las transectas de 18° y 21°S, alcanzando valores máximos de 35,2 en la capa superficial en el extremo norte los que quedaron restringidos a un núcleo centrado en los 130 km en los 21°S (**Figuras 18b-20b**). En el extremo sur, valores máximos superficiales >34,8 abarcaron entre los 40 y 110 km de la costa. Mínimos salinos subsuperficiales, <34,7, se registraron en los 75 m en el sector oceánico en la transecta del extremo norte, en un núcleo en los 100 km en los 21°S, y un núcleo <34,6 en los 180 km en los 23°S. Máximos subsuperficiales se registraron en los 21° y 23°S con núcleos >34,8 centrados en los 150 m, los que disminuyeron su profundidad hacia la costa. En profundidad la salinidad descendió gradualmente hasta valores <34,6 bajo los 450 m en los 18°S los que se registraron bajo los 400 m en los 23°S.

La temperatura presentó en los primeros 75 m una capa de mayor variación. Temperaturas mayores a 17°C se registraron en los primeros metros en las transectas de los 18,5° y 21°S, abarcando en ambas transectas desde 30 hasta a 130 km de la costa (**Figuras 18c a 20c**). Las isotermas de 16° y 17°C interceptaron la superficie el sector costero en ambas transectas. En los 23°S las temperaturas superficiales se mantuvieron entre 14° y 15°C, interceptando la superficie esta última isoterma en los 30 y 130 km. En las tres transectas, la termoclina se presentó bien definida entre 25 y 50 m de profundidad en el sector oceánico, con pendientes positivas de las isotermas hacia la costa dentro de los 40 km. En las transectas de los 18° y 21°S, la isoterma de 15°C se ubicó en torno a los 40 m en el sector oceánico y estuvo cercana a la superficie en la costa. En la estación más costera del extremo norte se observó un leve aumento de la temperatura, profundizándose las isotermas de 14° y 15°C en relación a la estación 5. Con el aumento de profundidad la temperatura disminuyó gradualmente hasta 8°C bajo los 450 m.

### **Masas de agua en profundidad**

En Colombia, las masas de agua presentes en las transectas ubicadas en 5°N y 2°N (**Figura 21**) correspondieron al Agua Superficial Tropical (AST), Agua Ecuatorial Superficial (AES) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS). El AST ocupó la capa superficial en las dos transectas, aunque con mayor presencia en 2°N, con un núcleo de porcentaje de participación de la masa de agua (PPMA) >90% en el sector más costero descendiendo gradualmente hasta valores >50% en el sector oceánico (>600 Km de la costa). Bajo esta masa se registró un núcleo de AES que en 5°N y abarcó entre 40 y 70 m con PPMA entre 50 y 80%. Este núcleo disminuyó en espesor en la transecta de 2°N, detectándose sólo en el sector oceánico a >300 km, y a <50 m, con porcentajes de hasta 60%. Bajo esta masa se encontró el AESS, que abarcó el resto de la columna con PPMA >70% a >120 m. PPMA de AESS >90%, se registraron en núcleos a 325 m y repartidos a lo largo de la transecta de 5°N. En 2°N se observó una capa que abarcó toda la transecta y que se ubicó entre 325 y 400 m.

En Ecuador, las masas de agua presentes (**Figura 22**) en las transectas de 1°N y 3°S, correspondieron al Agua Superficial Tropical (AST), Agua Sub Tropical Superficial (ASTS), Agua Ecuatorial Superficial (AES), y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS). PPMA de AST >60%, se registraron en los primeros 25 m de la transecta de 1°N. Bajo esta masa de agua se encontró a <50 m de profundidad un núcleo de AES de ~60%. Bajo esta profundidad el AESS registró PPMA >60% los que aumentaron con la profundidad hasta el núcleo >90% entre 300 y 400 m de profundidad. En la transecta a 3°S el AST y AES estuvieron ausentes en la capa superficial, siendo reemplazadas por el ASTS con PPMA entre 50 y 70%, y espesores que variaron entre 20 y 70 m, a >250 km de la costa. Bajo estas profundidades la AESS dominó la columna con PPMA >60%, los que aumentaron con la profundidad hasta el núcleo máximo >90% ubicado entre 300 y 450 m.

En Perú, las masas de agua presentes en las transectas a 5°S, 9°S y 12°S (**Figuras 23 y 24**) correspondieron al Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), Agua Subtropical superficial (ASTS) y Agua Costera Fría (ACF). En la transecta a 5°S se registraron dos masas de agua, por una parte la ASTS con PPMA del 50% a >70 km de la costa abarcando desde superficie hasta una profundidad

entre 30 y 60 m. Bajo los 50 m el AESS presentó una amplia distribución vertical con PPMA entre 60 y 90%, los que aumentaron con la profundidad hasta los núcleos máximos >90% entre 300 y 400 m. En la transecta a 9°S el AESS estuvo presente con porcentajes >50% bajo los 80 m de profundidad y a >30 km de la costa. Los PPMA aumentaron en profundidad hasta los núcleos máximos >90%, distribuidos entre 300 y 400 m. En la transecta de 12°S estuvieron presentes el ACF y el AESS, la primera dos núcleos superficiales, uno a <100 km de la costa con PPMA 50-70%, y otro a >150 km con porcentajes del 50%. El AESS registró bajo los 50 m con PPMA >60%, aumentando en profundidad hasta el núcleo máximo de 90% entre 350 y 425 m.

Las masas de agua presentes en las transectas de Chile a 18°25'S, 21°S y 23°40'S (**Figuras 25 y 26**) correspondieron al Agua Subtropical Superficial (ASTS) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS). Ambas masas de agua se observaron en la transecta de 18°S, el ASTS con PPMA del 50%, a < 20 m de profundidad y a una distancia de la costa >50 km. Bajo esta masa de agua el AESS presentó PPMA entre 60 y 90%, con valores en la costa de 70%. Estos PPMA aumentaron con la profundidad hasta el núcleo máximo de 90% a profundidades entre ~230 y 350 m. En la transecta de 21°S también se observaron ambas masas de agua, el ASTS a nivel superficial a <30 m, en la parte central de la sección, de 80 a 140 km de la costa. Bajo ella se registró la AESS con PPMA desde el nivel superficial con 60% a <50 m, aumentando en profundidad hasta el núcleo de 90% entre ~250 y 350 m. En la costa se observaron PPMA entre 60 y 70% a nivel superficial. En la transecta de 23°S el AESS estuvo presente con PPMA >50%, excepto a nivel superficial a 160 km en el sector oceánico (**Figura 30**). Los PPMA de AESS en superficie fueron ~60% aumentando en profundidad hasta el núcleo de 90% entre 280 y 350 m de profundidad.

### Condiciones meteorológicas de viento a bordo

El viento durante el crucero de Colombia (4 al 28 octubre de 2014) tuvo dirección variable (**Figura 27a**), con intensidades entre 5 y 10 m/s. Las mayores intensidades >10m/s, se registraron en el sector más oceánico. En la transecta de 5°N el viento presentó intensidades <5 m/s, con dirección predominante desde el suroeste.

En el crucero de Ecuador (15 septiembre al 6 octubre de 2014) el viento predominante tuvo una dirección desde el suroeste con magnitudes >5 m/s (**Figura 27b**). Las mayores intensidades, >10 m/s, se registraron en la diagonal entre 89,5° y 84°O. En la transecta de los 3°S al este de 83°O la dirección predominante fue desde noroeste y norte, con velocidades <5m/s. Viento desde el norte se registró además en la transecta de 1°S, entre 91° y 89,5°O. Viento del este se registró en 1°N entre 86° y 83°O y al oeste del archipiélago de Galápagos.

El viento durante el crucero de Perú (8 agosto al 1° octubre de 2014) presentó una dirección dominante desde el suroeste, paralelo a la costa, con magnitudes preferentes entre 5 y 10 m/s (**Figura 28a**). Las mayores magnitudes ~10 m/s, se presentaron al sur de 14°S y en el sector más oceánico.

El viento en el crucero de Chile (16 al 29 octubre 2014) se presentó paralelo a la costa con dirección dominante desde el sur y magnitudes preferentemente <5 m/s al norte de 21°S, ya que al sur de esta latitud se registró >5 m/s (**Figura 28b**). En la costa el viento más intenso (5-10

m/s) se registró entre 22,5° y 23,5°S, mientras que en el sector oceánico magnitudes >10 m/s se registraron entre 23° y 24°S.

## V | DISCUSION

El crucero conjunto de la CPPS se realizó en el periodo de primavera de 2014 abarcando los meses entre agosto y octubre. En este periodo los índices ecuatoriales ONI y MEI señalaron condiciones neutras (ENFEN, 2014), en transición a cálida, previo al evento El Niño 2015-2016 que comenzó en febrero 2015, el que si bien no superó la intensidad del evento de 1997-98, abarcó un mayor período de duración con 11 meses hasta finales de mayo de 2016. Cabe señalar que el periodo neutral señalado, previo al crucero, tuvo casi tres años de duración.

Los valores y la distribución de las anomalías de temperatura superficial en base a datos de cruceros señalaron condiciones cálidas en Ecuador y Perú, sin embargo, las áreas con valores de anomalía negativa asociadas a procesos locales como surgencias y estructuras de mesoescala en el sur de Perú y en Chile indicaron condiciones locales frías. Colombia, por su parte, tuvo condiciones cálidas leves (<0.5°C) fuera de la Cuenca Pacífico Colombiana pero neutrales hacia la costa.

Se destaca, sin embargo, que a largo de la costa entre Colombia y Ecuador las condiciones previas al crucero 2014 fueron cálidas entre febrero y julio. Una situación similar se observó el año 2009 y 2012, pero solamente aquellas del 2009 y 2014 antecedieron a una condición El Niño. La condición cálida previa a la primavera de 2014 no repercutió en posteriores anomalías positivas de salinidad, ni cambios en la distribución de oxígeno superficial durante el crucero regional. Las anomalías negativas de salinidad durante el crucero mostraron la influencia de aportes de agua dulce en la costa de Colombia, mientras que la distribución espacial de oxígeno mostró solamente la influencia de la surgencia costera, especialmente a lo largo de Perú y Chile.

Los resultados mostraron el típico descenso latitudinal de las temperaturas de norte a sur. En la zona de Colombia la temperatura superficial del mar no mostró diferencias mayores a 1° C (27,7° y 26,7°C), aunque en su distribución presentó una banda costera y un núcleo oceánico con las mayores temperaturas. Por un lado, la banda costera apareció asociada a menores salinidades evidenciando el aporte de agua dulce proveniente precipitaciones y descargas fluviales de las bahías Malaga y Buenaventura (Wooster, 1959; Rodriguez & Giraldo, 2011), mientras que el núcleo oceánico estuvo asociado a la convergencia de dos remolinos de mesoescala.

En la zona de Ecuador, la temperatura descendió hacia el suroeste en más de 4°C (26° a 20,5°C), mientras que, por el contrario, la salinidad aumentó hacia el sur en más de 1,5, asociado al frente ecuatorial (Wyrтки, 1966).

En ambos casos, en el océano de Colombia y Ecuador, los valores y la distribución superficial de la concentración de oxígeno fueron similares, siendo también comparables respecto de los cruceros regionales realizados en los años 2012 y 2013. Los valores de oxígeno no mostraron

asociaciones con agua dulce o estructuras de mesoescala, sino que parecen estar asociadas al traspaso de este gas desde el océano a la atmósfera, especialmente en el océano ecuatorial, donde la solubilidad en el agua disminuye por las temperaturas superficiales más altas en estas latitudes. También existió una predominancia de aguas con menor salinidad que el promedio climatológico extraído del *World Ocean Atlas* (2009), pero su distribución sugiere procesos locales asociados a la descarga de ríos en Colombia y la presencia de estructuras de mesoescala en ambos casos. Por otro lado, en términos generales, la salinidad aumentó hacia el sur de Ecuador debido a que disminuyen las precipitaciones que caracterizan la zona ecuatorial y colombiana.

A lo largo de la costa de Perú y Chile, los gradientes zonales de temperatura y salinidad fueron más intensos que el decaimiento latitudinal debido a una banda costera de agua surgente, que fue especialmente intensa en Paracas (14°S) y la Península de Mejillones (23°10'S) (Marín et al., 2003; Escribano et al., 2004; Arriagada, 2011; Braun et al., 2012). Los vientos registrados en las embarcaciones, el ascenso hacia la costa de la isoterma de 15°C y de la isolínea de 1 mL/L confirmaron la presencia de surgencia a lo largo de la costa peruana y chilena, variando en intensidad por lo que se distribuyeron heterogéneamente a lo largo de la costa como sucedió entre el norte (donde ocurrió un debilitamiento de la surgencia) y la zona centro sur de Perú, donde se registró la surgencia más intensa de la zona de estudio.

Los valores superficiales de salinidad presentes al sur de Perú y Chile mostraron menores diferencias espaciales que aquellos registrados en Colombia y Ecuador a pesar de la surgencia costera. En la costa de Perú y norte de Chile hubo marcados gradientes zonales de oxígeno producidos por la surgencia de aguas que tienen una menor concentración y que están asociadas a Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS). Este tipo de agua es un agua “vieja” asociada a un mínimo en la concentración de oxígeno.

Al igual que en Ecuador, en la costa norte de Perú las temperaturas fueron mayores a lo normal debido a una intrusión de aguas cálidas, las que también se desplazaron hacia la costa central de Perú, dinámica asociada con el debilitamiento de los vientos alisios y disminución de la surgencia costera. La presencia de estas aguas y de ondas Kelvin mantuvieron una condición cálida al norte de los 12°S reduciendo el hábitat costero, afectando la profundidad de la termoclina, la distribución vertical del oxígeno, los nutrientes y disminuyendo significativamente a la biomasa del fitoplancton (IMARPE, 2014).

En 22°S, en el área de Chile, se registró la presencia de un mínimo de salinidad bajo los 100 m de profundidad y un núcleo de mayores concentraciones de oxígeno disuelto. Estas perturbaciones son coherentes con la presencia de un remolino ciclónico observado en el nivel del mar. Este tipo de estructuras producen un ascenso en las capas superficiales debido al bombeo de Ekman al mismo tiempo que produce una profundización de las isolíneas en las capas profundas (Bakun, 2006; Sangrà et al., 2005; Sangrà et al., 2009).

Desde 6,5°N a 23,5°S predominó Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) entre los 50 y 500 m de profundidad, mientras que en la capa superficial las características y composición de las masas de aguas variaron con la latitud. En Ecuador y Colombia, las características de las aguas

superficiales (0-50m) se modificaron influenciadas por la dinámica ecuatorial que genera advección a lo largo del cinturón ecuatorial y el aporte de agua dulce proveniente del continente. En la CPC se encontró Agua Subtropical (AST) en la capa superficial bajo la que se ubicó el Agua Ecuatorial Superficial (AES). Hacia el sur de Colombia, el AST predominó en la capa de los primeros 50 m, siendo reemplazada en el océano ecuatoriano norte por AES.

En la capa superficial del sector oceánico al norte del ecuador (transecta de 1°N) dominó el AES, masa que fue reemplazada totalmente por el Agua subtropical Superficial (ASTS) hacia el sur (transecta de 3°S). EL ASTS, a su vez, fue desplazada hacia el océano por el Agua Costera Fría (ACF) debido al aporte de agua dulce y la surgencia costera en el sector central de Perú (transecta de 12°S).

Desde el norte de Chile hacia el sur reapareció el ASTS en la capa superficial debido a que la surgencia no fue tan intensa como en la costa de Perú. La influencia de esta masa de agua se apreció desde Arica hasta el río Loa (21°S) para luego desaparecer en el sector de la Península de Mejillones debido a la mayor participación de aguas provenientes del sur y el marcado ascenso de AESS. Los resultados mostraron que la combinación entre la presencia del AESS y la surgencia costera es la que define las características de la banda costera entre Perú y Chile, mientras que en el océano colombiano y ecuatoriano es el aporte de agua dulce y las estructuras de mesoescala.

A lo largo de la costa chilena no se registró presencia de ondas internas (Pizarro et al, 1994; Hormazábal et al., 2001), que pudieran modificar la estructura vertical y las características hidrográficas de la columna de agua durante la primavera de 2014, como sí ocurrió en los meses anteriores, específicamente un pico en mayo y un valle en agosto de 2014 (Letelier et al., 2015). El término de la condición cálida ecuatorial (no declarada El Niño) previo a septiembre de 2014, explicaría las condiciones normales observadas en la zona de estudio chilena durante el crucero, caracterizándolo como normal en transición a una condición cálida El Niño 2015-2016 ([https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_disc\\_mar2015/](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_mar2015/)).

## VI | CONCLUSIONES

1. El crucero conjunto 2014 se realizó en un escenario regional propio del periodo en transición a cálido, previo al evento El Niño 2015-2016 que comenzó en febrero 2015.
2. Entre febrero y julio de 2014, previo al crucero, hubo una condición local cálida que abarcó desde Colombia hasta Chile.
3. Las condiciones durante el crucero locales fueron cálidas en Ecuador y norte de Perú, y de normales a frías en el sur de Perú y norte de Chile, respectivamente. Colombia registró condiciones locales cálidas leves ( $<0,5^{\circ}\text{C}$ ) fuera de la Cuenca Pacífico Colombiana.
4. El ingreso de aguas cálidas hacia el norte de Perú, en conjunto con el paso de ondas Kelvin, mantuvieron una condición cálida al norte de los  $12^{\circ}\text{S}$ , modificando la estructura física química y alterando aspectos biológicos del fitoplancton.
5. La disminución del calentamiento ecuatorial durante septiembre de 2014, explicaría las condiciones normales al sur de los  $4^{\circ}\text{S}$ . Sin embargo, al norte de esa latitud la zona mantuvo una condición cálida débil en transición hacia El Niño, proceso que se presentó posteriormente.
6. Durante el período del crucero se registraron procesos de surgencia de intensidad variable frente a la costa peruana y chilena, siendo el más importante, debido a su cobertura, el observado en el área centro sur de Perú.
7. Los resultados mostraron que la surgencia costera, que aporta AESS, es la que define las características de la banda costera de Perú y Chile, mientras que en el océano colombiano y ecuatoriano es el aporte de agua dulce y las estructuras de mesoescala.
8. A lo largo de la costa chilena no se registró presencia de ondas internas que pudieran modificar la estructura vertical y las características hidrográficas de la columna de agua durante el periodo del crucero.

## VII | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arriagada, M. (2011). Variabilidad espacio-temporal de parámetros oceanográficos en la península de Mejillones (23°S) Tesis para optar al grado de Tesis para obtener el título de oceanógrafo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile, pp. 59.
- Bakun, A. (2006). Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. *Scientia Marina*. 70 (S2): 105-122.
- Braun, M., Moreno, P., Valenzuela, V., Azócar, C., Reyes, H., Pizarro, M., Claramunt, G., Díaz, E., Herrera, G., Böhm, G., Saavedra, J., Espíndola F. & Catasti V. (2012). Evaluación del stock desovante de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2011. Fip N° 2011-08. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile, pp. 387.
- Carrasco, C.A. (2013). El rol del Agua Intermedia Antártica (AAIW) en la distribución de gases (O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O) en el Pacífico Sur Oriental y su influencia en la ventilación de la zona de mínima de oxígeno. Tesis de Magíster en Ciencias mención Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, pp. 92.
- Carpenter, J.H. (1965). The Chesapeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. and Oceanogr.*, 10:141-143.
- Carrit, D. & Carpenter, J. (1966). Comparison and evaluation of the Winkler method for determination dissolved oxygen in seawater, *J. Mar. Res.*, Vol. 24 92, pp. 286-318.
- CPPS. 2015. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS. Protocolo del Uso del CTD Sea-Bird y procesamiento de datos. Grupo de trabajo especializado de base de datos de los Cruceros Regionales (GTE-BD). Guayaquil, Ecuador, pp. 23.
- Cucalón, E. (1983). Temperature, salinity and water mass distribution off Ecuador during an El Niño Event in 1976. *Rev. Cien., Mar., Limnol.*, 2(1):1-25.
- ENFEN (2014). Comité Multisectorial encargado del estudio nacional del fenómeno El Niño – ENFEN. Comunicados oficiales ENFEN N°1-16 - 2014. Revisado en: <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/dircient/erfen/noticias/2014/peru/>
- Escribano, R., Rosales, S. & Blanco. J.L. (2004). Understanding upwelling circulation off Antofagasta (northern Chile): A three-dimensional numerical-modeling approach. *Cont. Shelf Res.*, 24: 37-53.
- Fiedler, P.C & Talley, L.D. (2006). Hydrography of the eastern tropical Pacific: A review. *Prog. Oceanogr.*, 69:143–180. doi: 10.1016/j.pocean.2006.03.008
- Hormazábal, S., Shaffer, G., Letelier, L. & Ulloa, O. (2001). Local and remote forcing of the sea temperature in the coastal upwelling system off Chile. *J. Geophys. Res.*, 106 (C8): 16657-16671.
- IMARPE (2014). Instituto del Mar de Perú. Informe: Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana a octubre 2014 (pp.44). Revisado en: [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/inf\\_anch\\_aoctub2014.pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/inf_anch_aoctub2014.pdf)

- Karstensen, J. & Tomczak, M. (1998). [Age determination of mixed water masses using CFC and oxygen data](#). *J. Geophys. Res.*, 103 (C9), 18599-18610.
- Letelier, J., Cáceres, M., Alvarado, M., Alarcón, D., Hernández, C., Hauser, U., Alarcón, R., Carrera, V., Contreras. (2015). Condiciones oceanográficas del crucero. En: Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la XV y II Regiones, año 2014. Informe Final, Instituto de Fomento Pesquero, Chile (pp. 253).
- León, V., Paulmier, A., Ledesma, J., Croot, P., Graco, M., Flores, G., Morón, O. & Tenorio, J. (2011). pH como un trazador de la variabilidad biogeoquímica en el Sistema de Humboldt. *Bol. Inst. Mar Perú*, 26(1-2), 19-24.
- Llanillo, P.J., Karstensen, J., Pelegri, J.L & Stramma, L. (2013). Physical and biogeochemical forcing of oxygen and nitrate changes during El Niño/El Viejo and La Niña/La Vieja upper-ocean phases in the tropical eastern South Pacific along 86°W. *Biogeosci.*, 10, 6339-6355. doi:10.5194/bg-10-6339-2013
- Marín, V., Delgado, L. & Escribano, R. 2003. Upwelling shadows at Mejillones Bay (northern Chilean coast): a remote sensing *in situ* analysis. *Invest. Mar., Valparaíso*, 31(2), 47-55.
- Pizarro, O., Hormazábal, S., González, A. & Yáñez, E. 1994. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 22, 85-101.
- Rodríguez, E., & Giraldo, A. (2011). Características oceanográficas en la Isla Malpelo y su relación con la cuenca oceánica del Pacífico Colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 40 (Supl. Esp.), 19-32.
- Sangrà, P., Pelegrí, J.L., Hernández-Guerra, A., Arregi, I., Martín, J.M., Marrero-Díaz, A., Martínez, A., Ratsimandresy, A.W. & Rodríguez-Santana, A. (2005). Life history of an anticyclonic eddy. *J. Geo. Res.*, 110 (C303021): doi:10.1029/2004JC002526
- Sangrà, P., Pascual, A., Rodríguez-Santana, A., Machín, F., Mason, E., McWilliams, J.C., Pelegrí, J.L., Dong, C., Rubio, A., Arístegui, J., Marrero-Díaz, A., Hernández-Guerra, A., Martínez-Marrero, A. & Auladell, M. (2009). The Canary Eddy Corridor: A major pathway for long-lived eddies in the subtropical North Atlantic. *Deep-Sea Res. I.* 56 (12), 2100-2114.
- Silva, N., Rojas, N. & Fedele, A. (2009). Water masses in the Humboldt Current System: Properties, distribution, and the nitrate deficit as a chemical water mass tracer for Equatorial Subsurface Water off Chile. *Deep-Sea Res. II.*, 56 (16), 1004-1020.
- Strub, P.T., Mesías, J.M., Montecino, V., Rutllant, R. & Salinas, S. (1998). Coastal ocean circulation off western South America. In: *The Sea*, Vol. 11, Robinson, A.R. & Brink, K.H. (Eds.) (pp. 273-313), John Wiley, New York.
- Tomczak, M. & Large, D.G.B. (1989). Optimum multiparameter analysis of mixing in the thermocline of the eastern Indian Ocean. *J. Geo. Res.*, 94, 16141-16149.
- Troupin, C., Mason, E., Beckers, J.M. & Sangrà, P. (2012). Generation of the Cape Ghir upwelling filament: A numerical study, *Ocean Modell.*, 41, 1-15.

- UNESCO (1981). The Practical Salinity Scale 1978 and the International Equation of State of Seawater 1980. UNESCO. *Tech. Papers in Mar. Sci.*, N°36, pp. 25.
- Wessel, P. & Smith, W.H.F. (1996). A Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Shoreline Database - GSHHG, *J. Geophys. Res.*, 101, 8741-8743.
- Wyrski, K., (1966). Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 4, 33-68.
- Wyrski, K. (1967). Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oceanol. Limnol.*, 1 (2), 117-147.
- Wooster, W. (1959). Oceanographic observations in the Panama Bight, "ASKOY" expedition, 1941. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 118(3), 113-152.
- WOA09 (2009). World Ocean Atlas. National Centers for Environmental Information, National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA. Revisado en: <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA09/woa09data.html>
- Zuta, S. & O. Guillén. (1970). Oceanografía de las Aguas Costera del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú*, 2(5), 193-196.

# FIGURAS



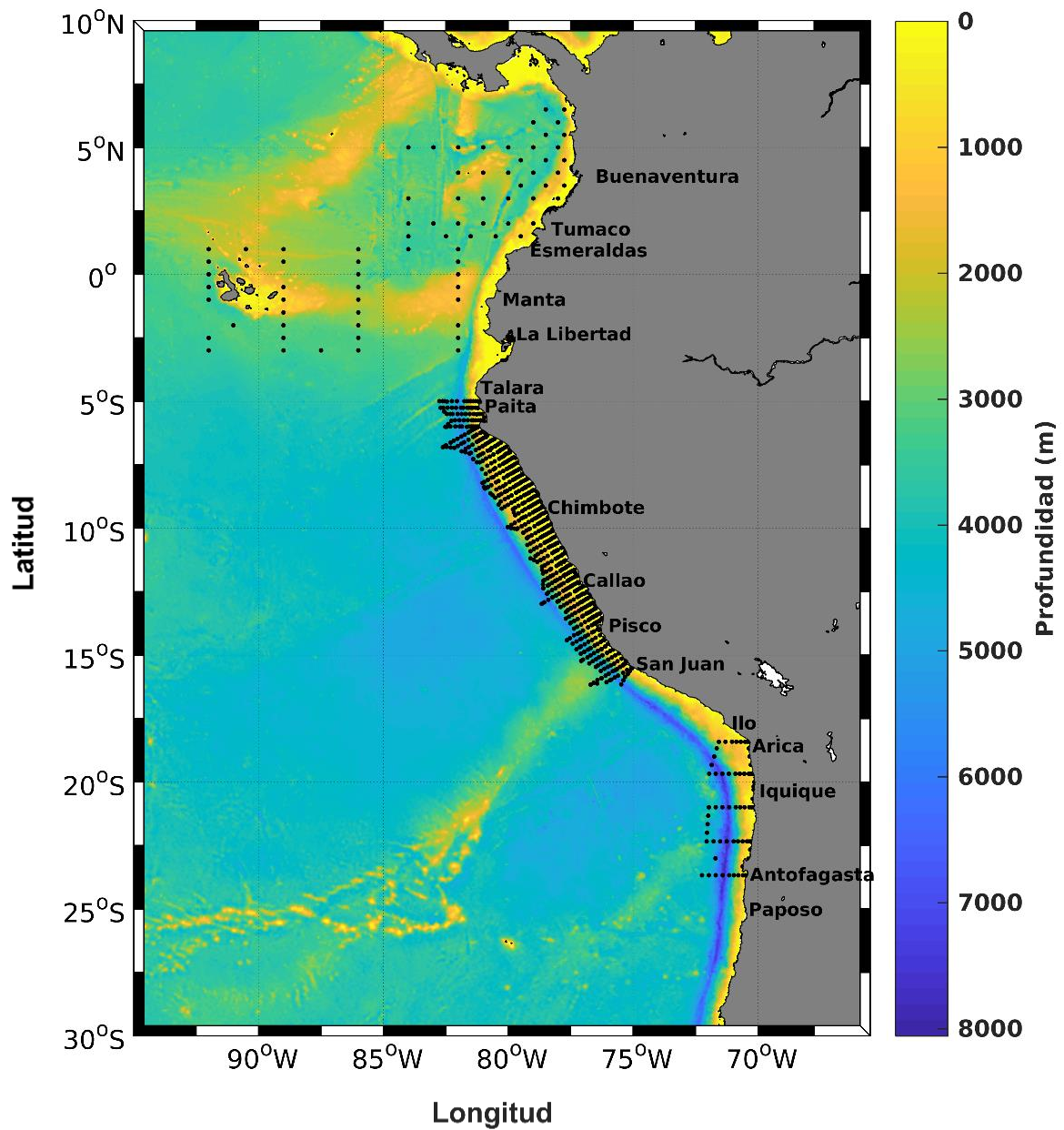


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones y transectas oceanográficas del Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

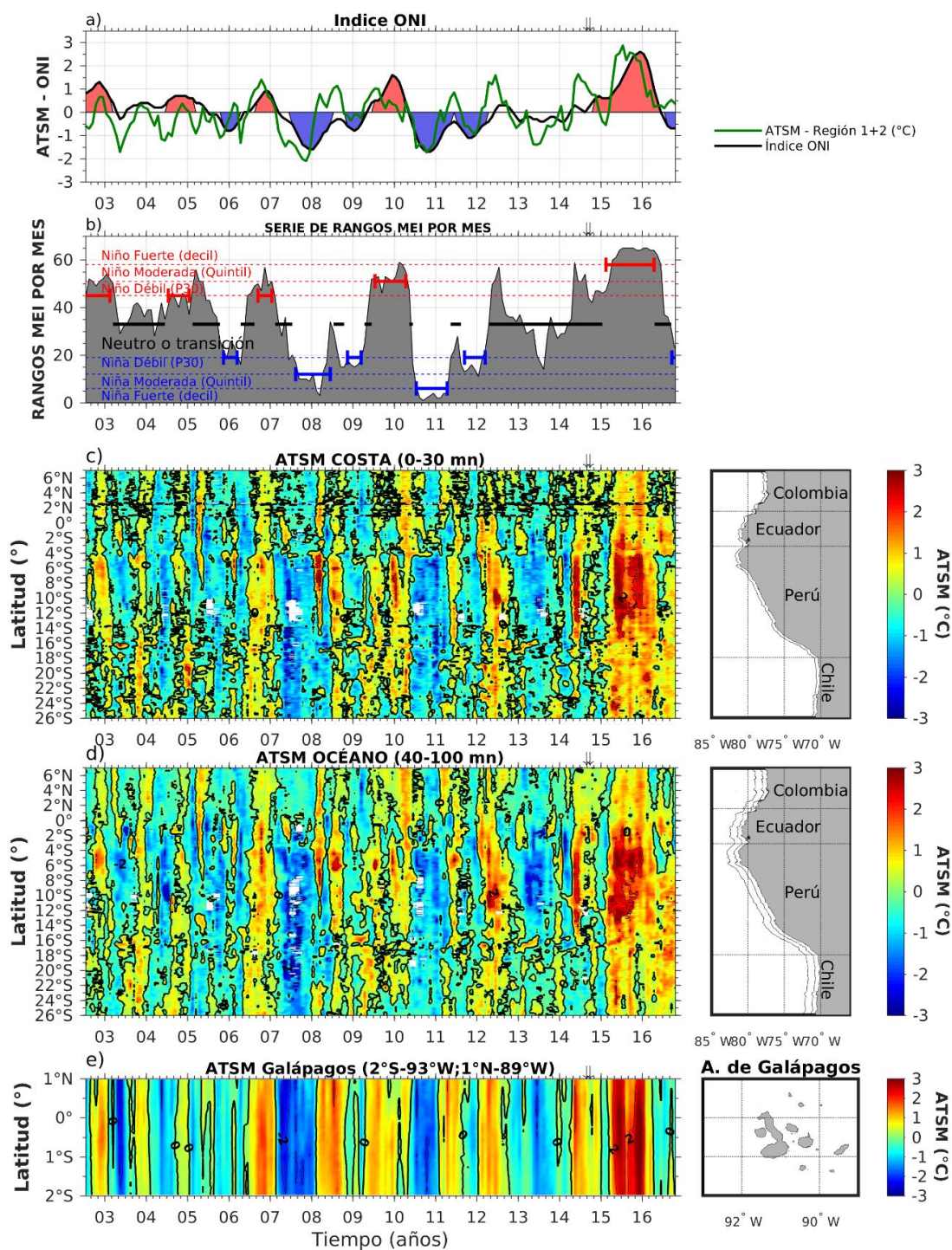


Figura 2. Series de tiempo en el período julio 2002 - octubre 2016 de: a) Índice ONI y Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en la Región Niño<sub>1+2</sub> (contorno verde), b) rangos del índice ENSO Multivariado (MEI) por mes y clasificación de la intensidad de los eventos ENOS declarados El Niño (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro). Promedio de ATSM (°C) entre 6°N y 26°S, en los sectores: c) costero, d) oceánico, y e) entre 1°N y 2°S que corresponde al archipiélago de Galápagos. Las flechas indican los cruceros.

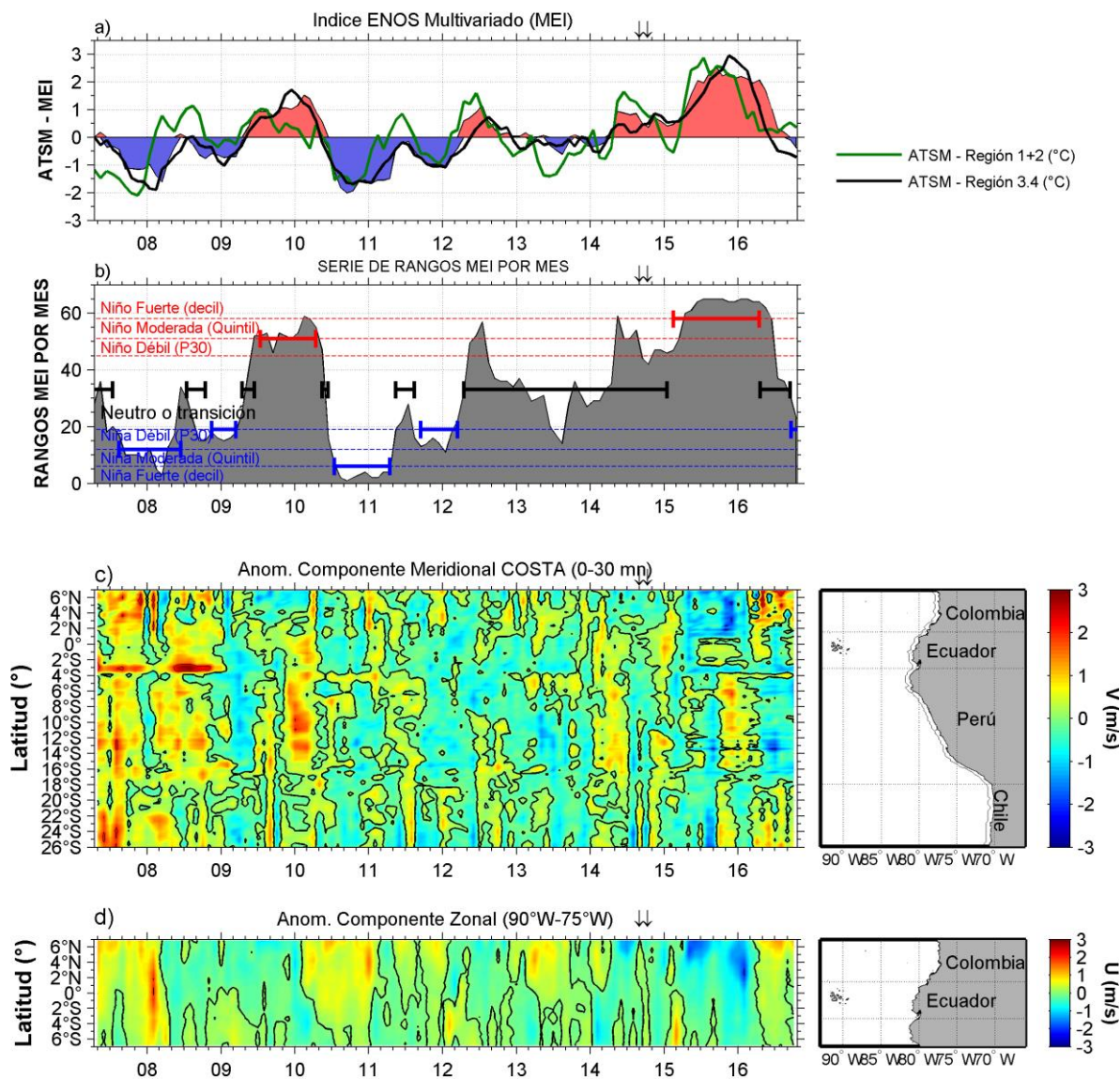


Figura 3. Series de tiempo en el período mayo 2007 - octubre 2016 de: a) Índice ONI y Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en la Región Niño<sub>1+2</sub> (contorno verde), b) rangos del índice ENSO Multivariado MEI por mes y clasificación de la intensidad de los eventos ENOS declarados El Niño (rojo), La Niña (azul) y neutros (negro). Anomalía del viento en las componentes: c) meridional en la banda costera (0 y 30 mn), en el área delimitada entre 6°N-26°S, y d) zonal en el área delimitada entre 6°N-6°S y entre 90°O-75°O. Las flechas indican los cruceros.

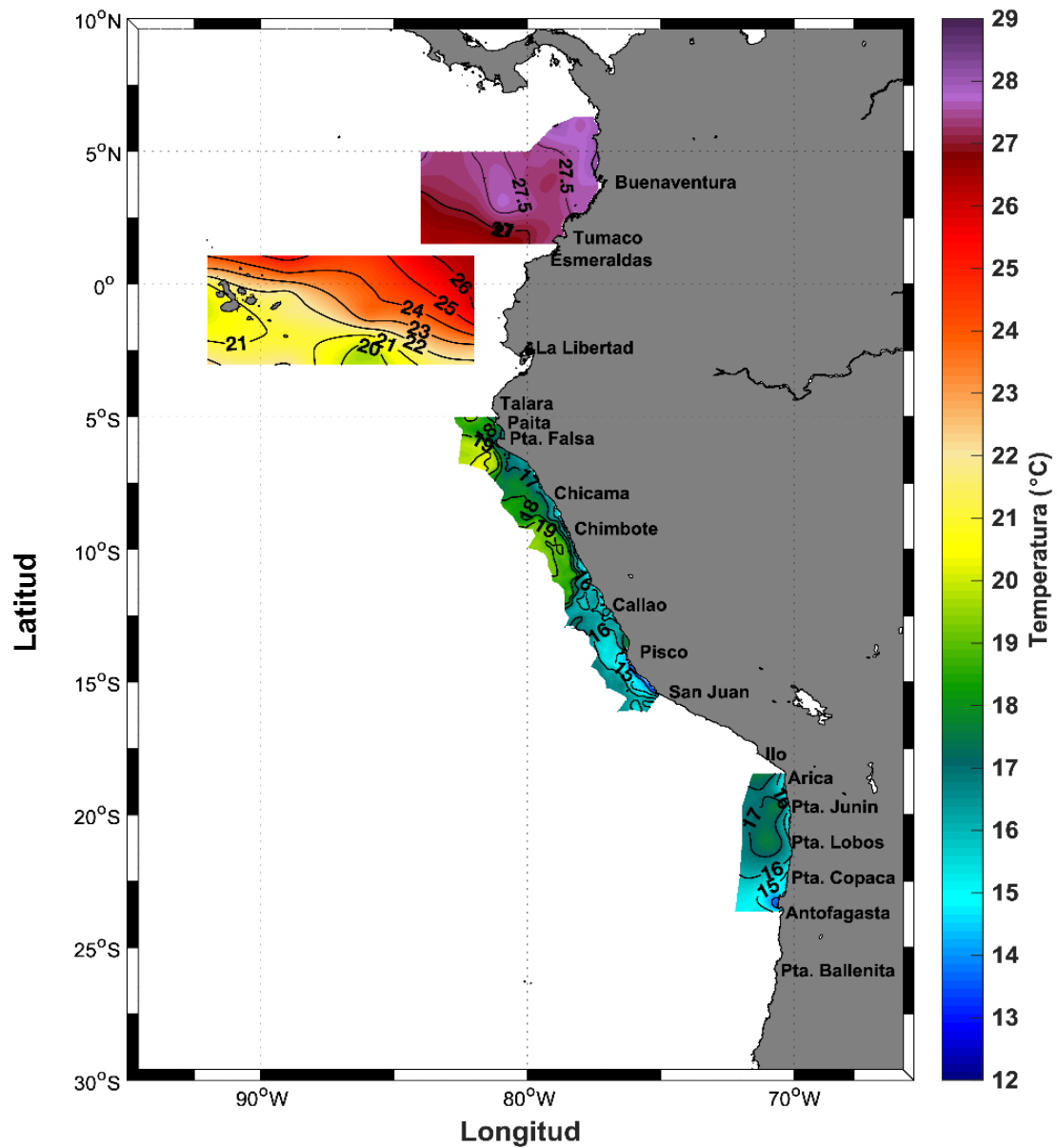


Figura 4. Distribución superficial de temperatura en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

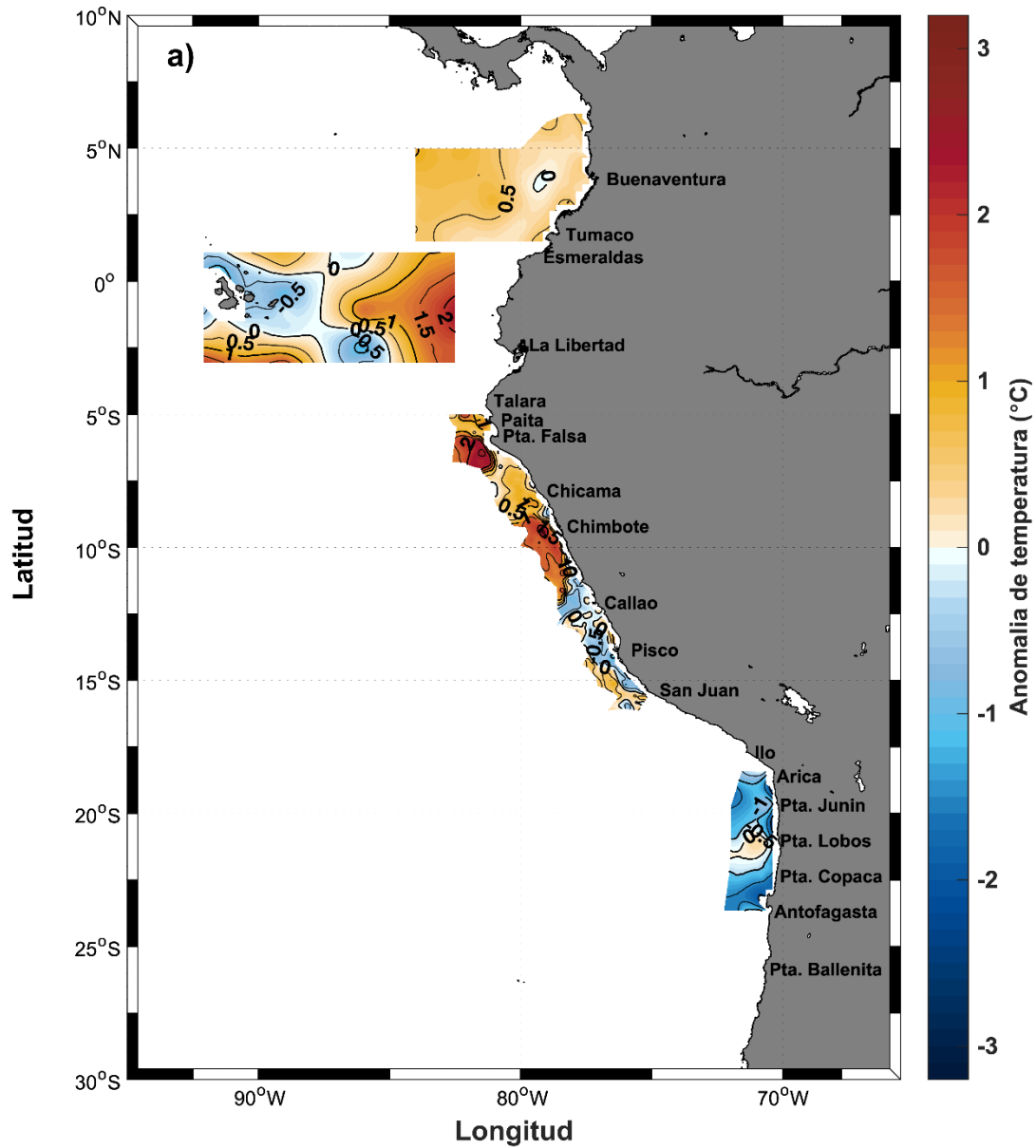


Figura 5. Distribución superficial de anomalía de temperatura en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

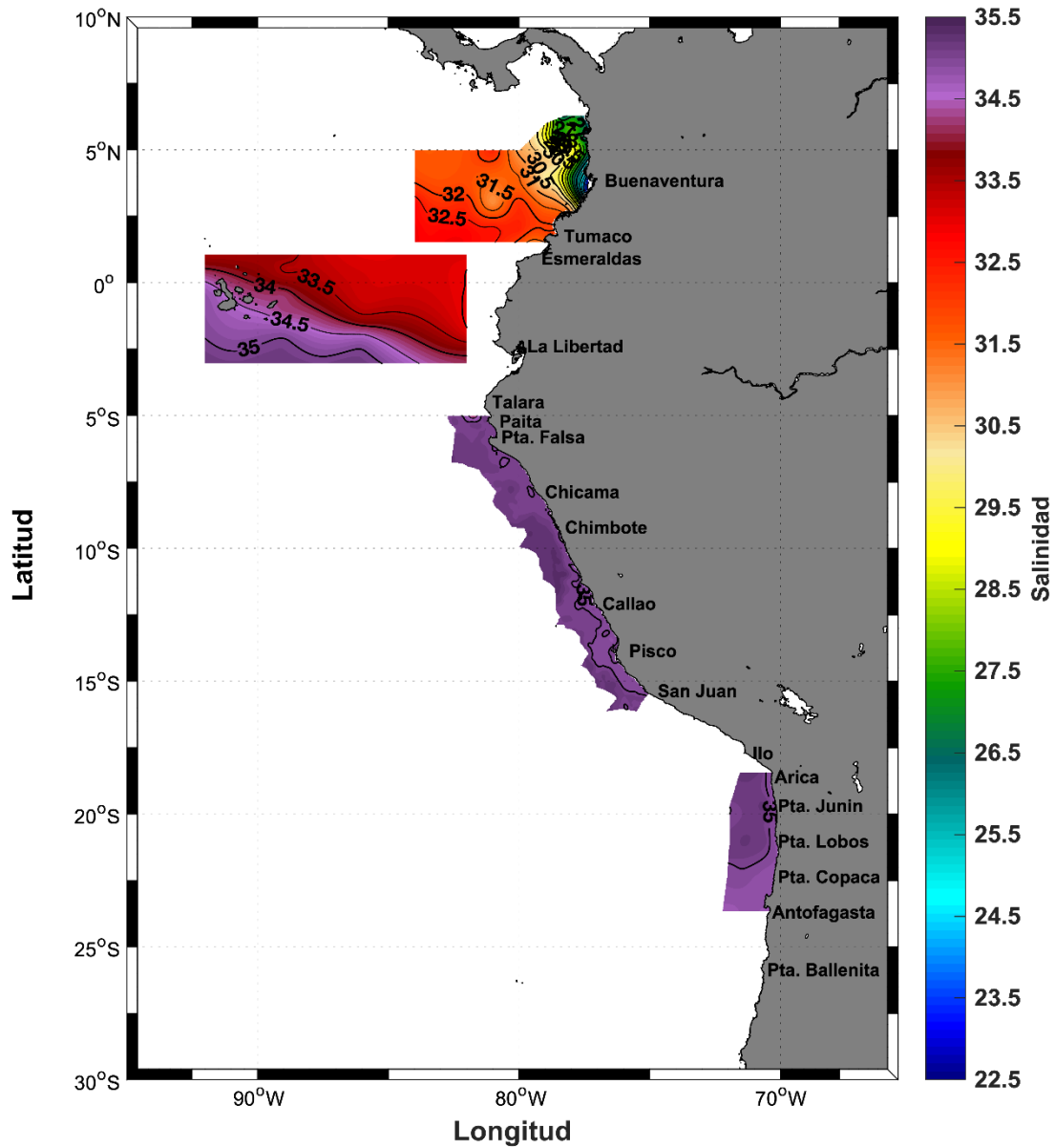


Figura 6. Distribución superficial de salinidad en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

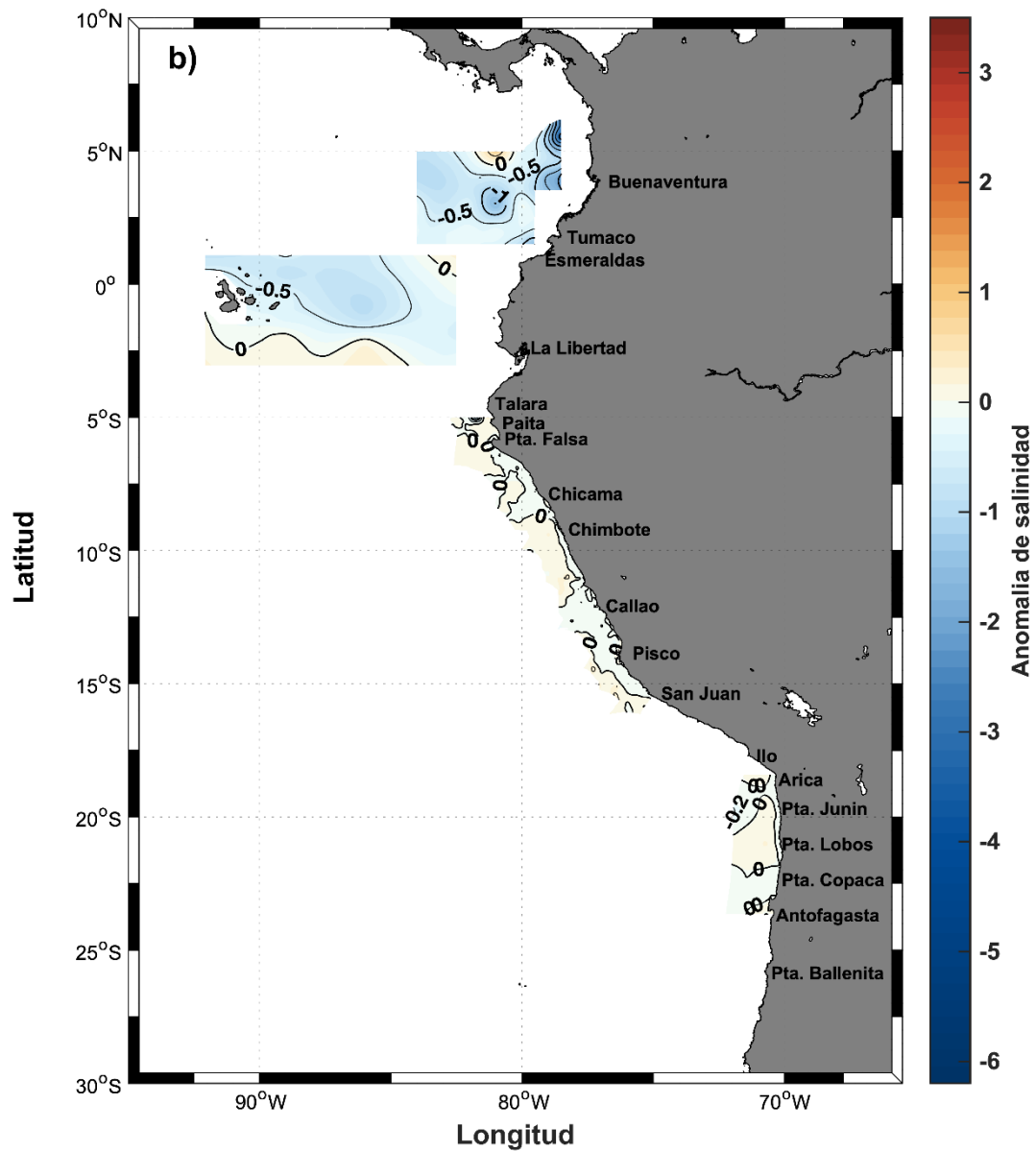


Figura 7. Distribución superficial de anomalía de salinidad en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

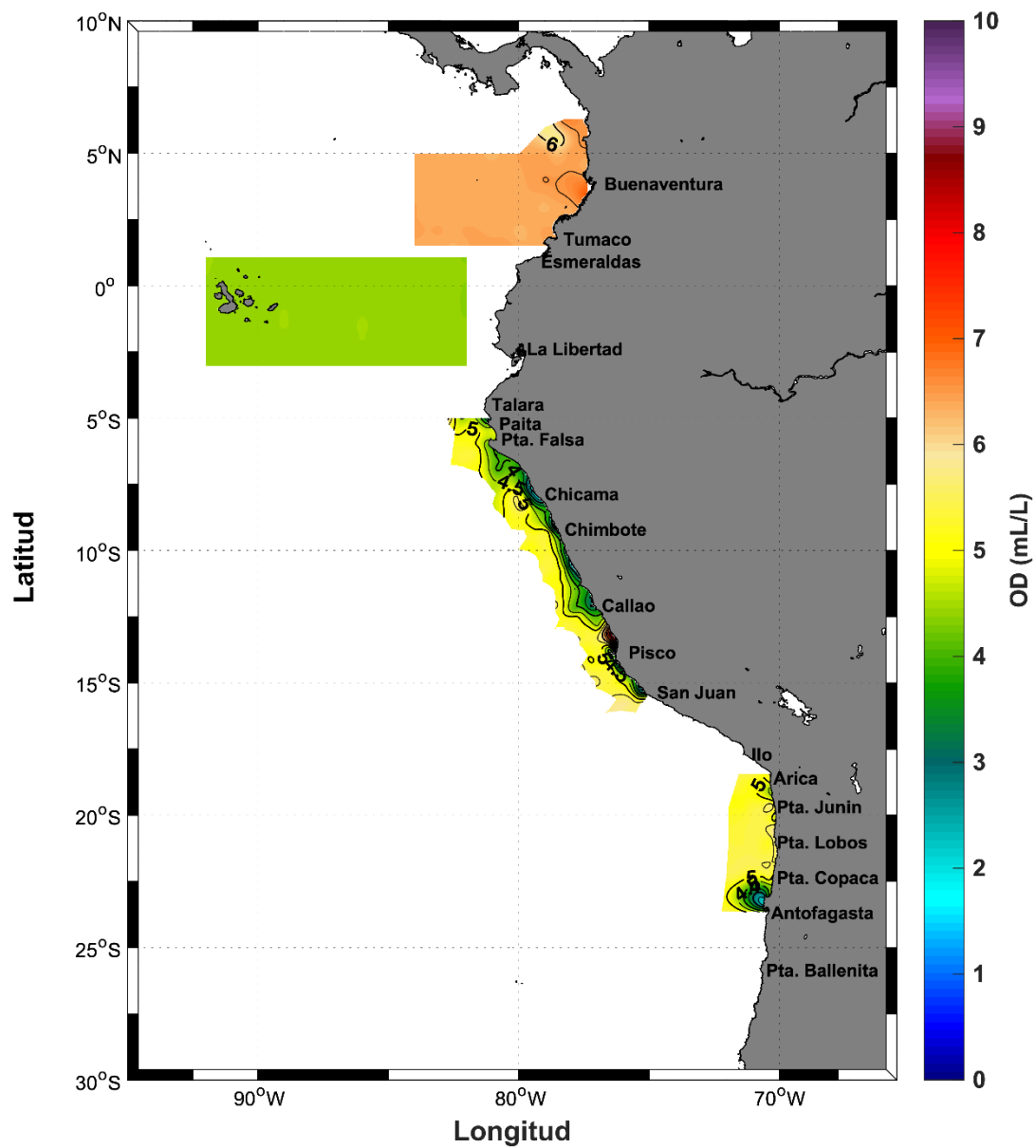


Figura 8. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en el Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

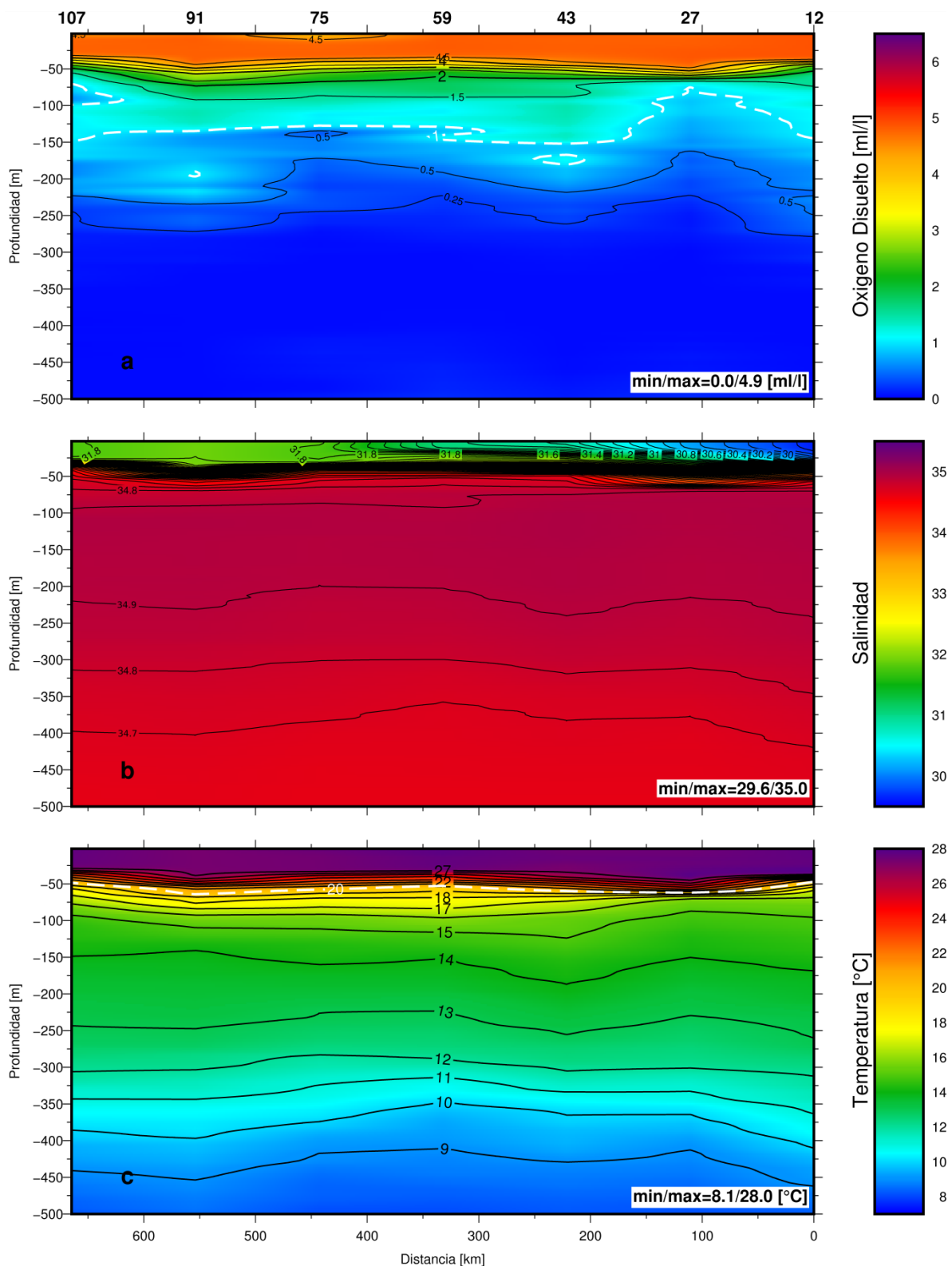


Figura 9. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 5°N, Colombia de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

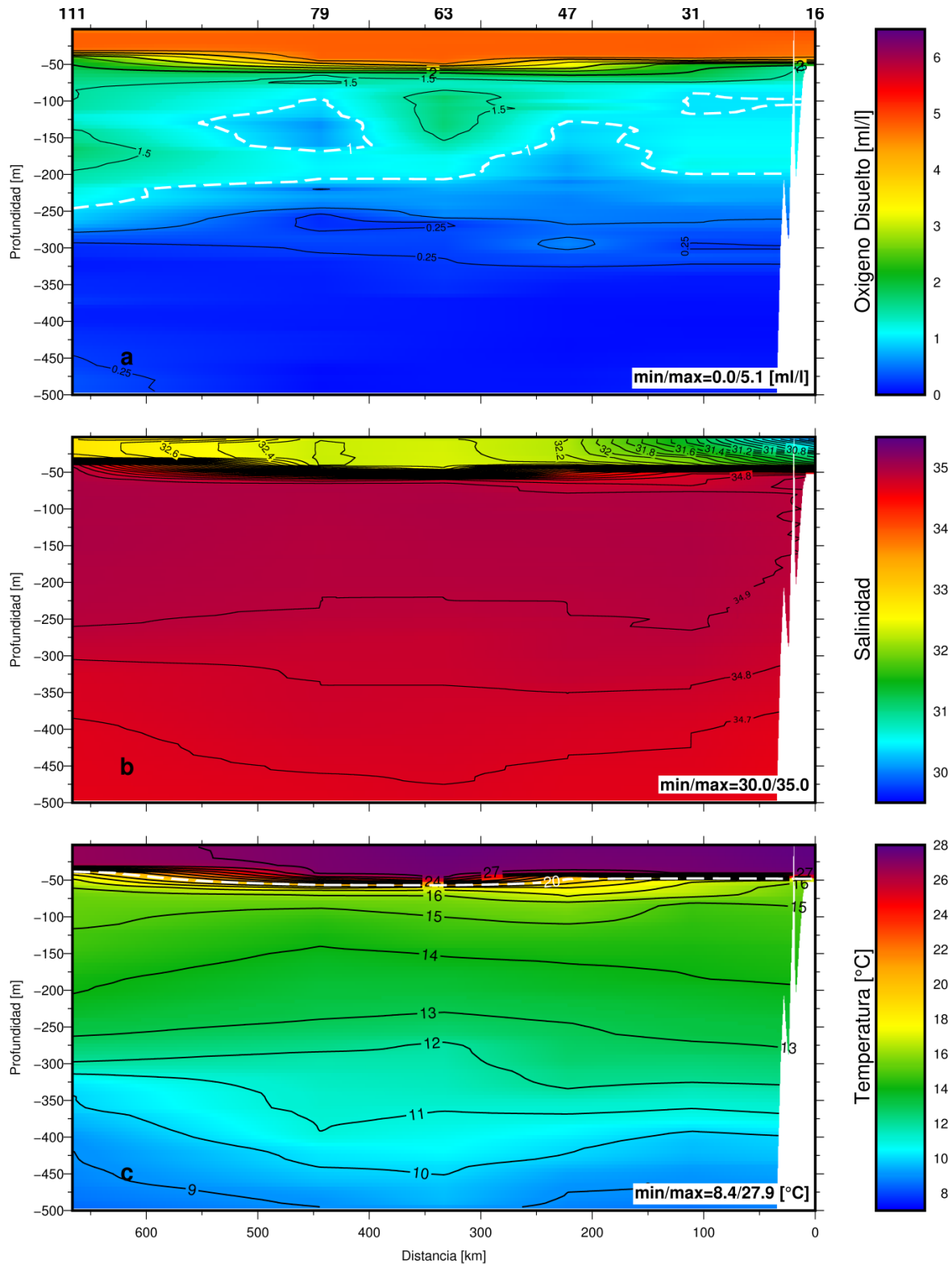


Figura 10. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 3°N, Colombia de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

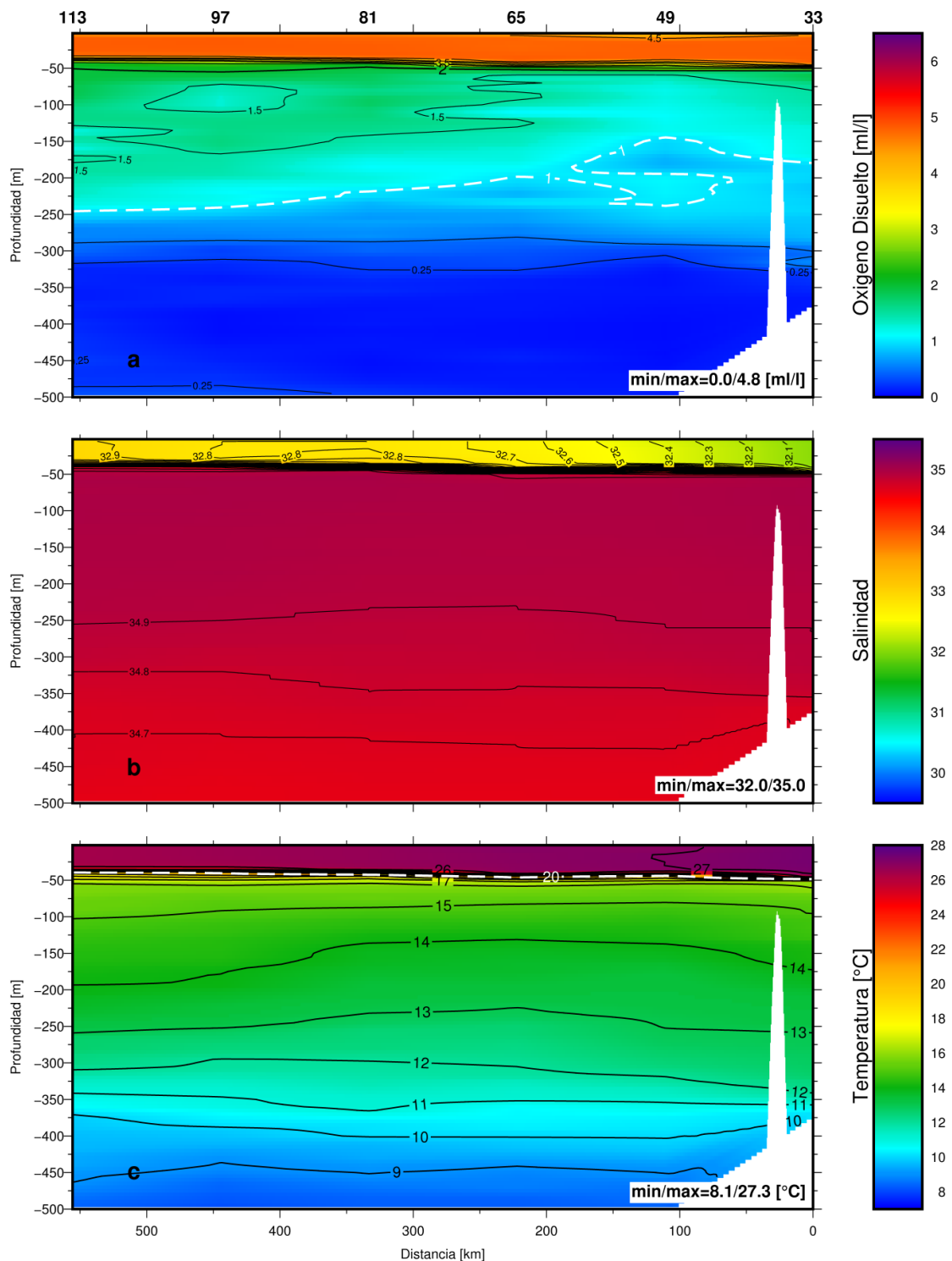


Figura 11. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 2°N, Colombia de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre

2014.

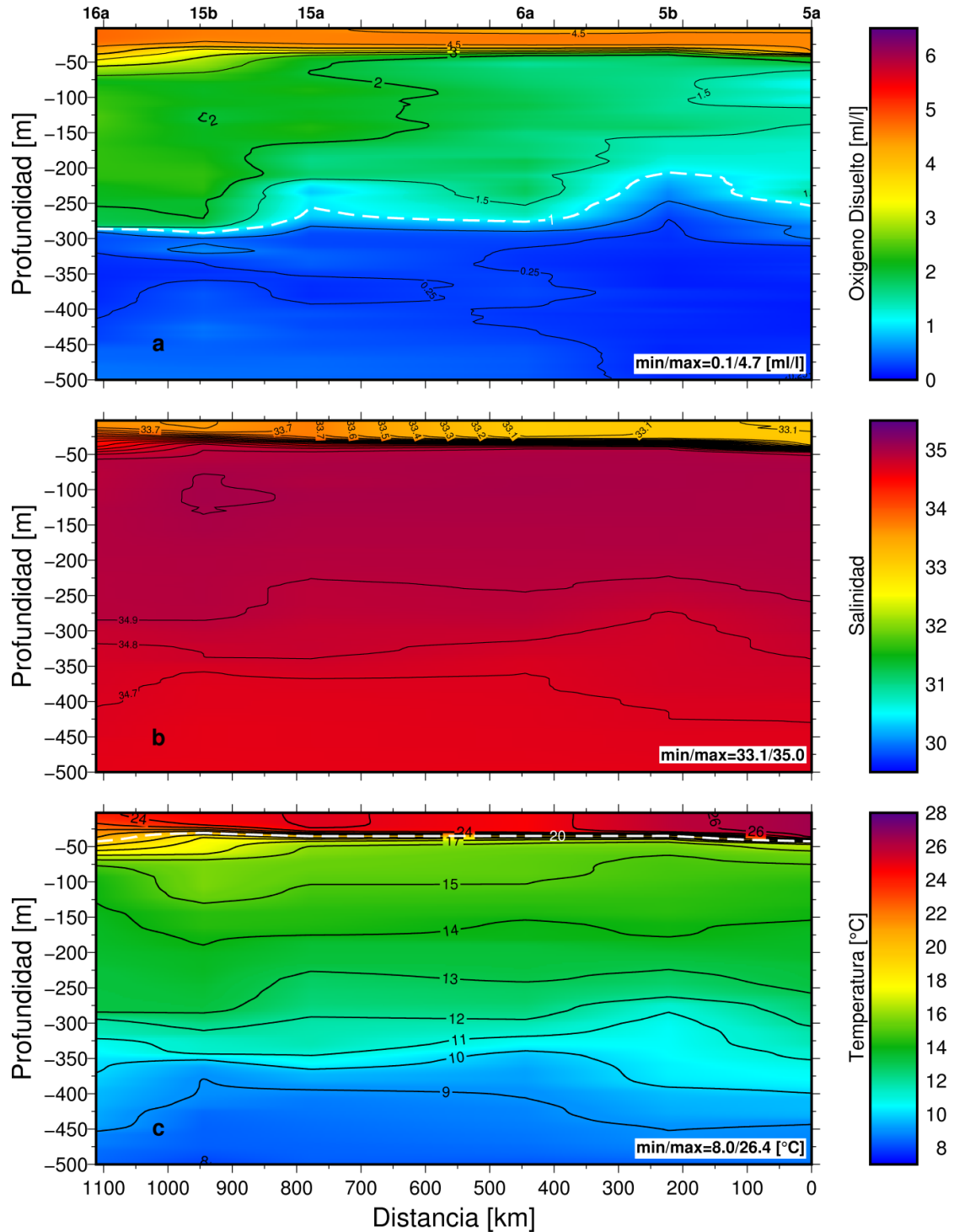


Figura 12. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 1°N, Ecuador de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

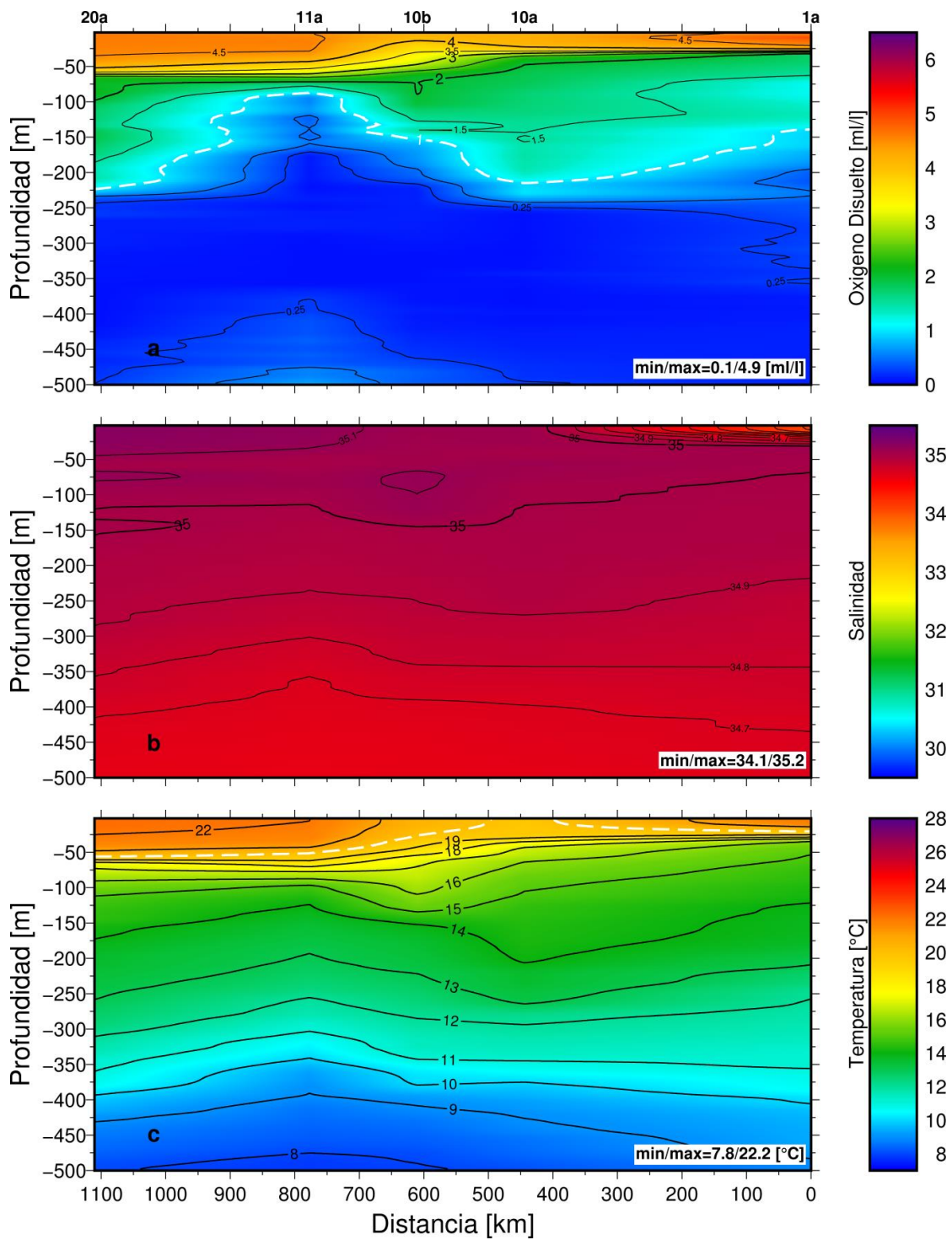


Figura 13. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 3°S, Ecuador de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

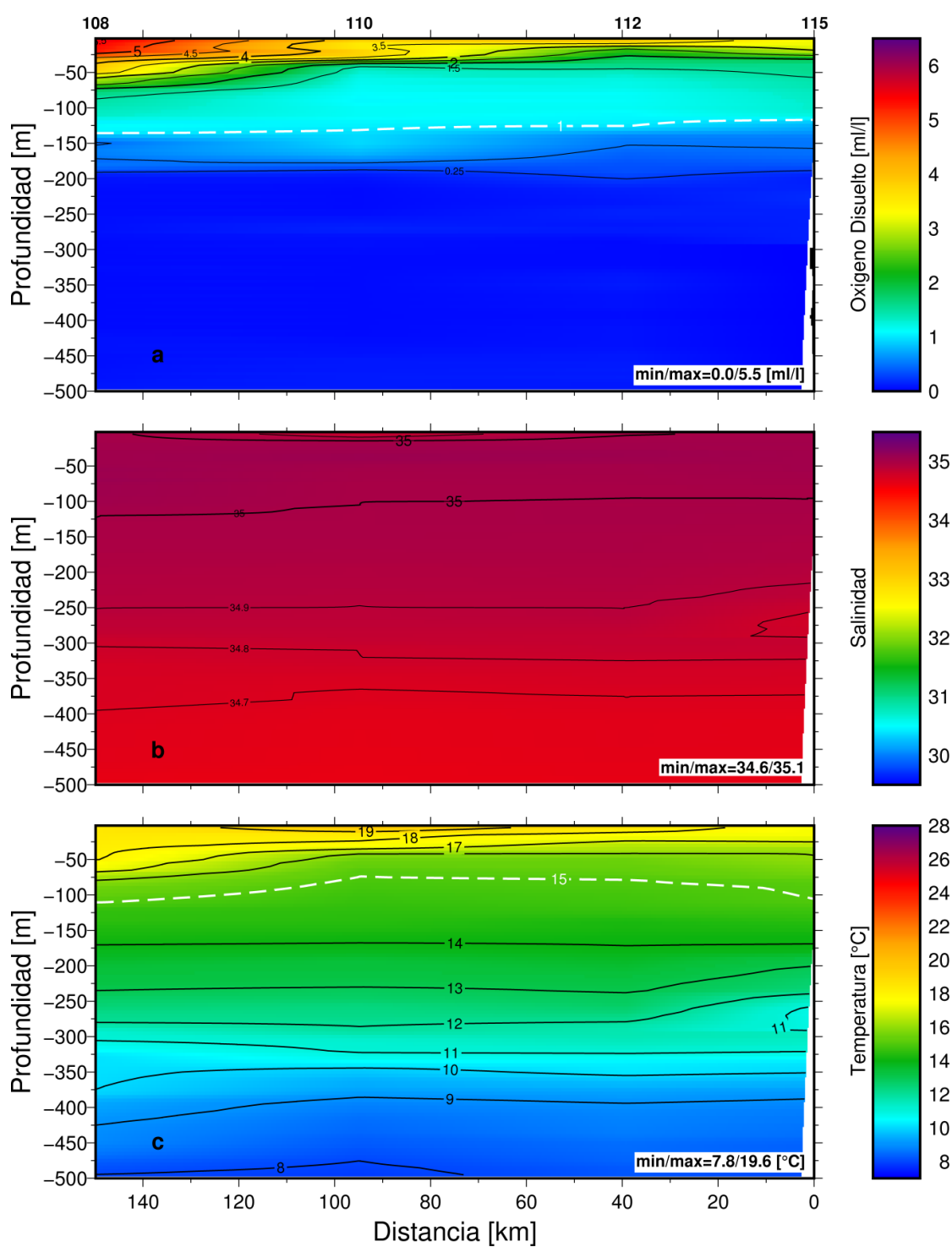


Figura 14. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 5°S, correspondiente a Paita, Perú, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

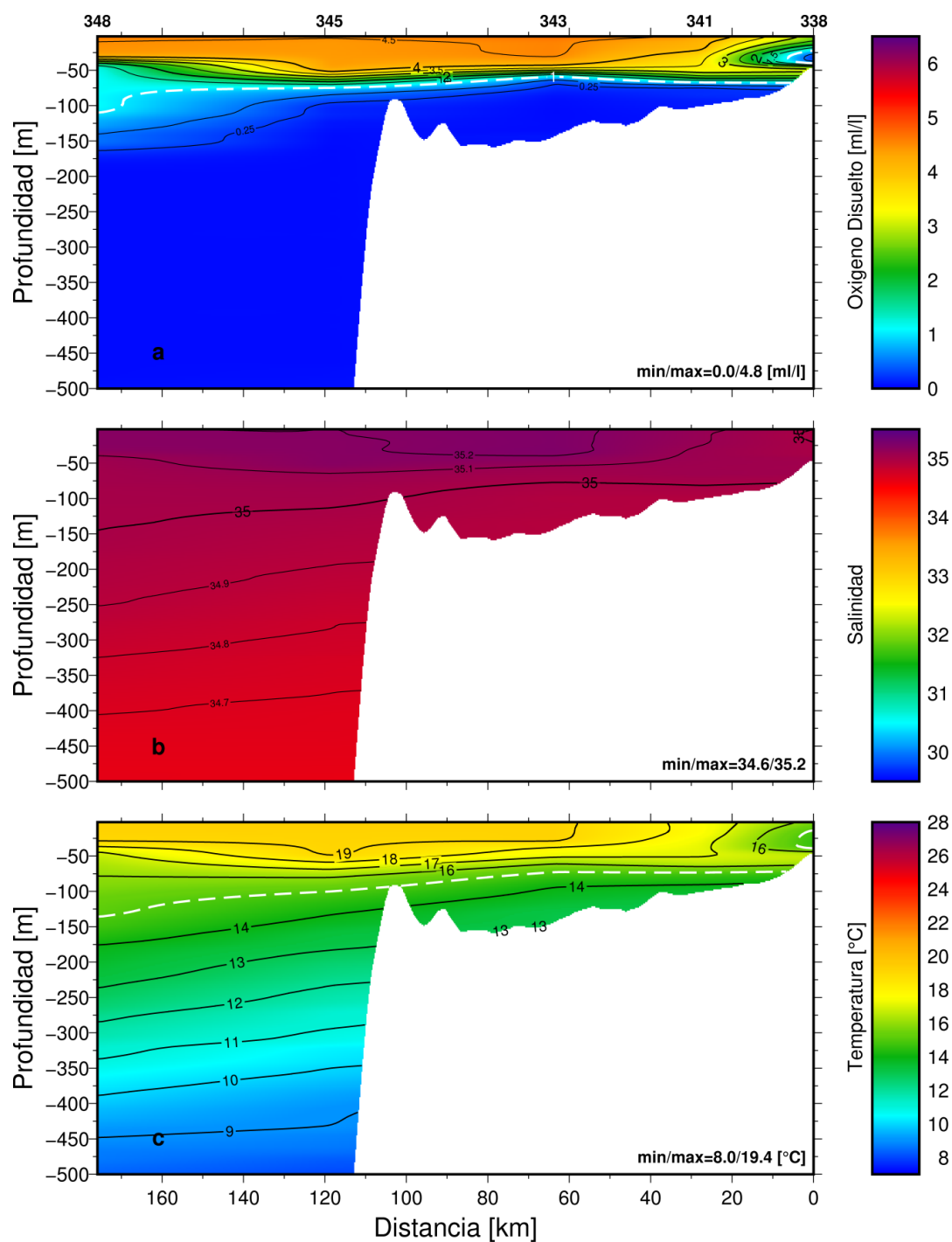


Figura 15. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 9°S, correspondiente a Chimbote, Perú, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

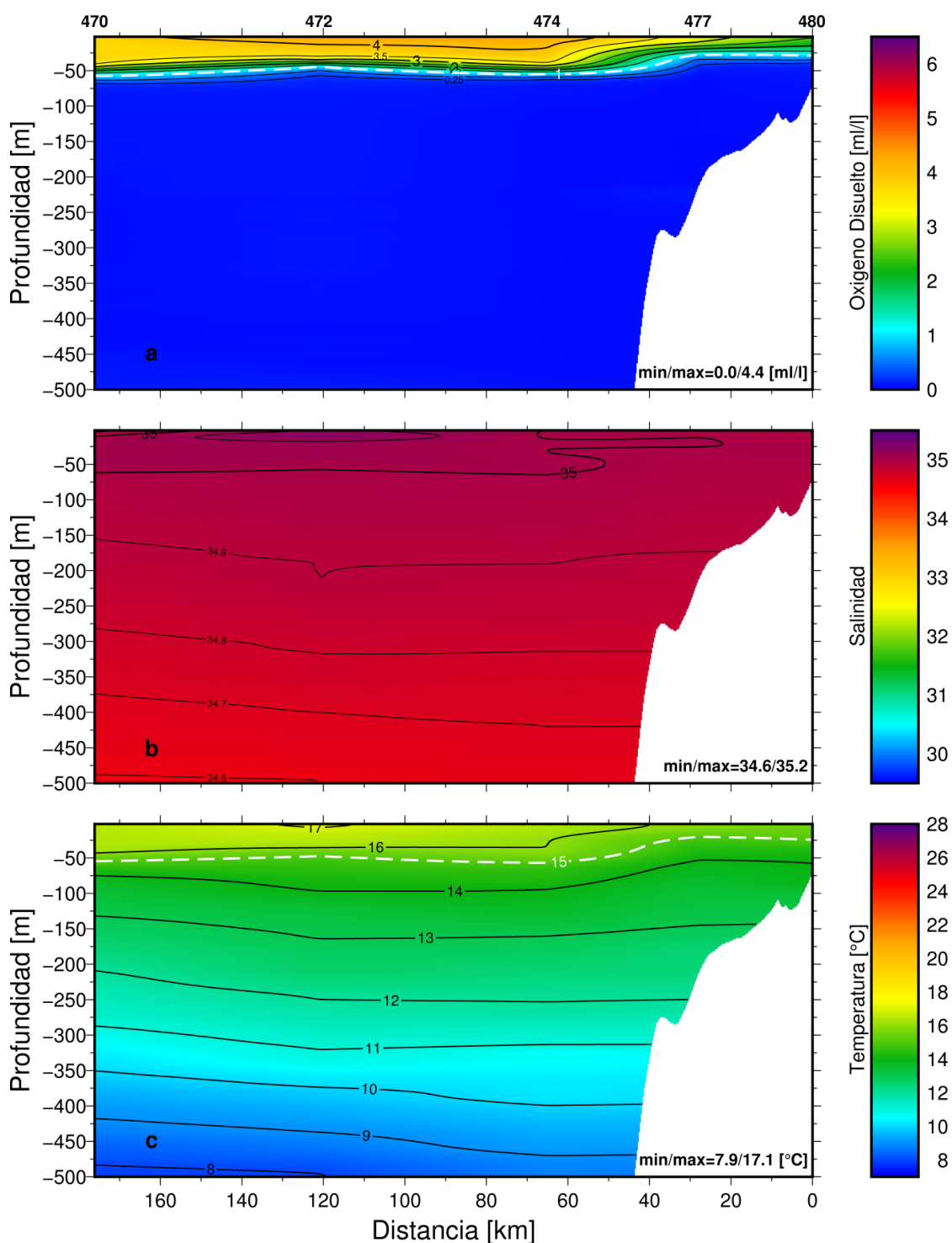


Figura 16. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 12°S, correspondiente a Callao, Perú, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

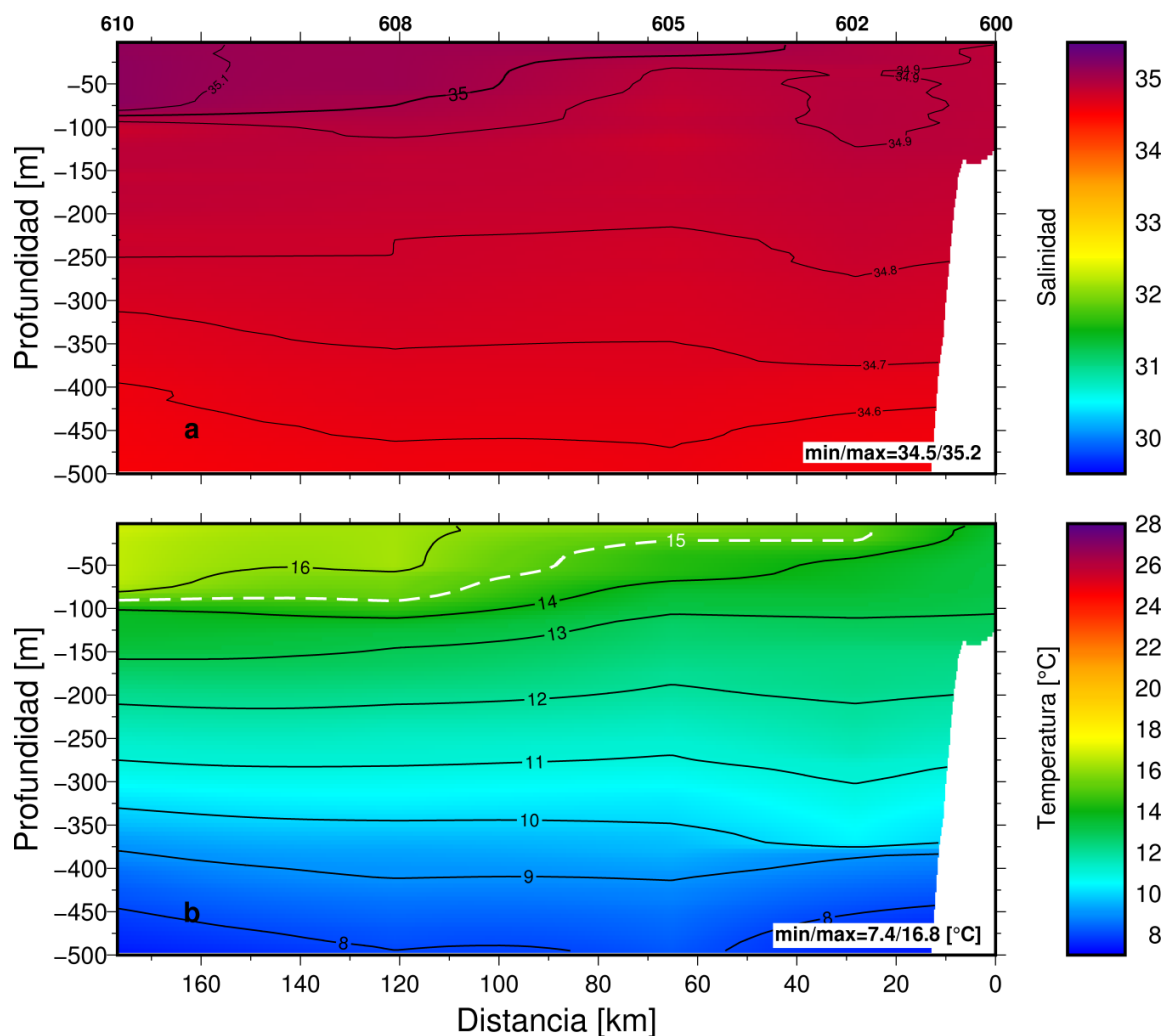


Figura 17. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 15°S, correspondiente a San Juan, Perú, de: a) salinidad y b) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

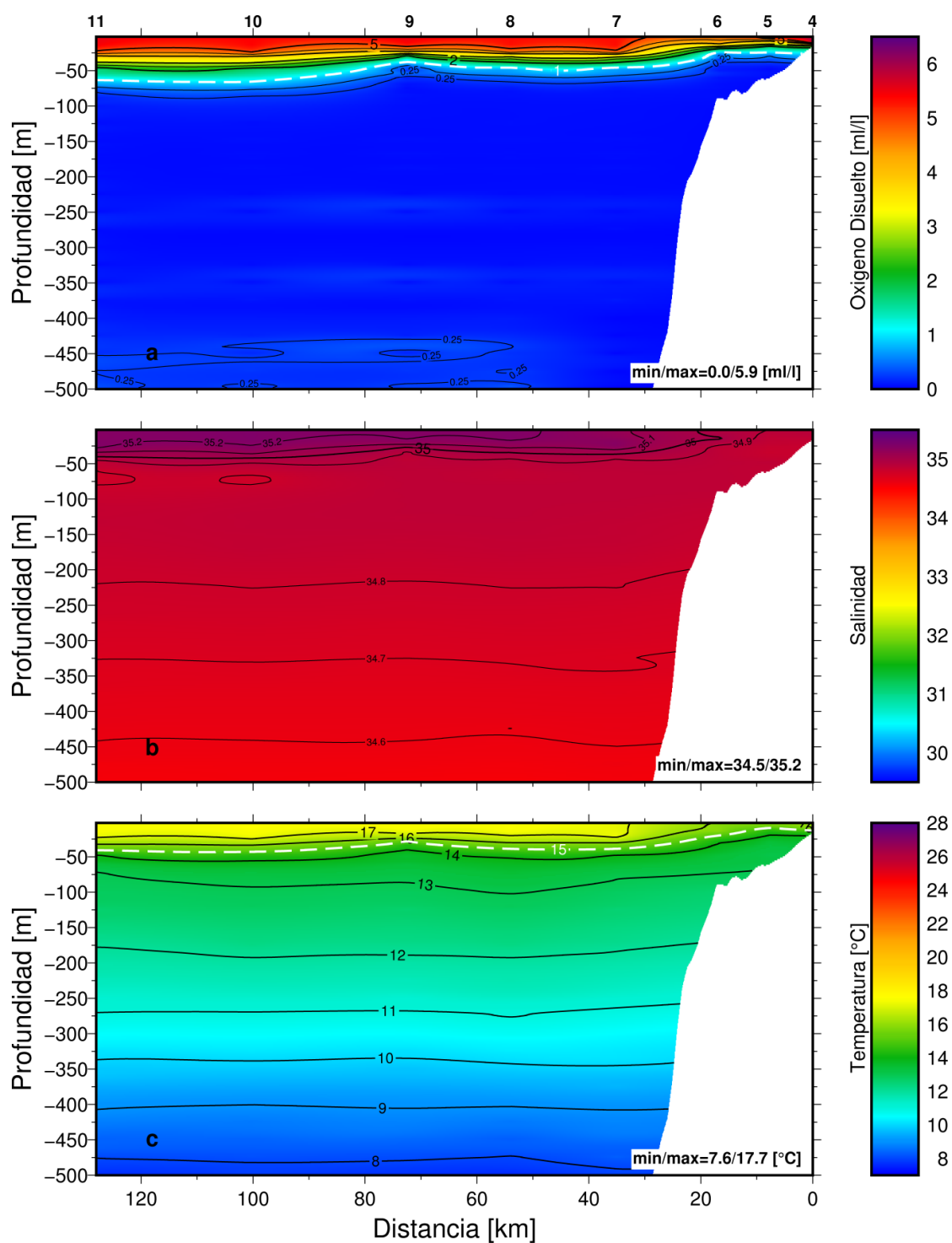


Figura 18. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 18°25'S, correspondiente a Arica, Chile, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad, y b) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

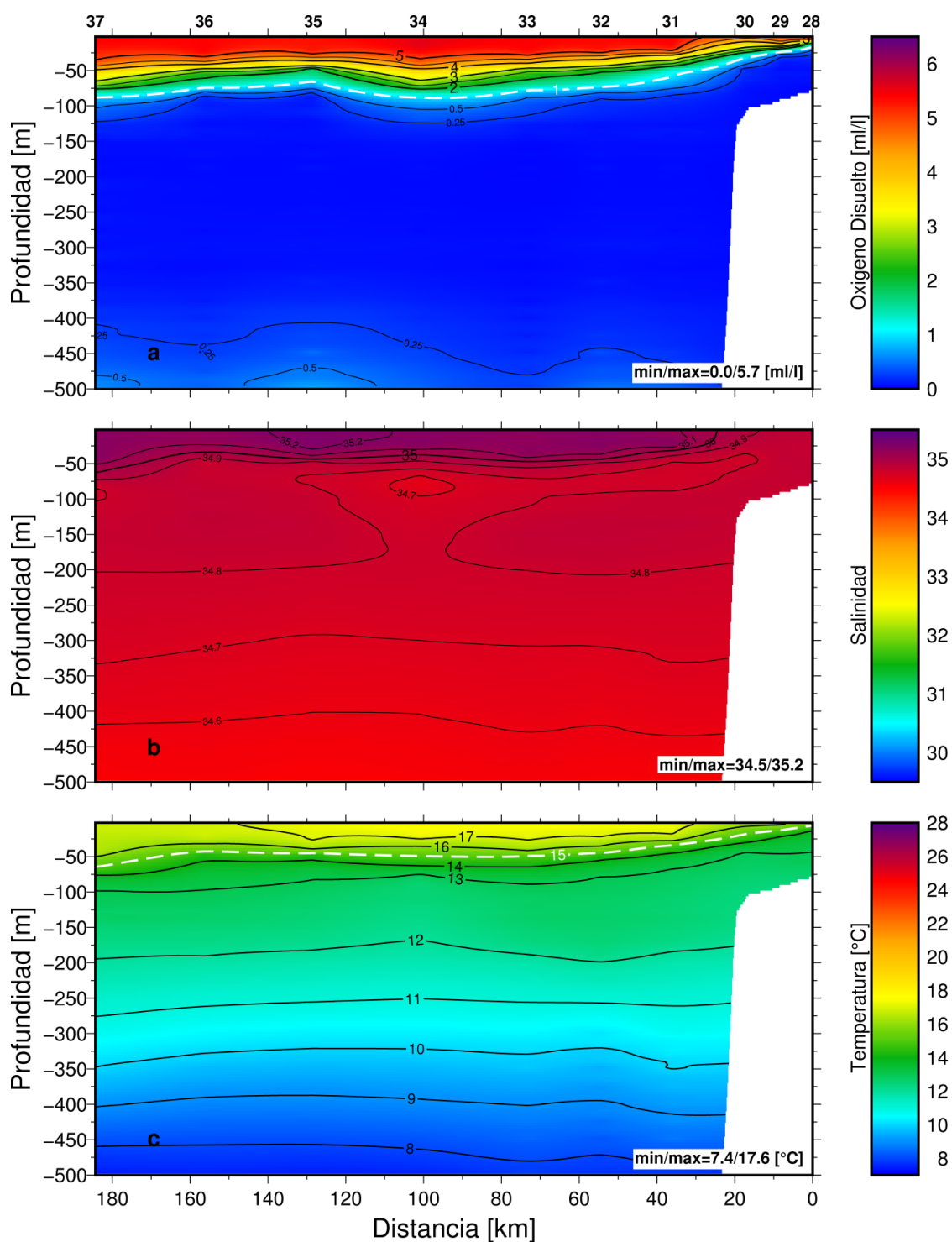


Figura 19. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 21°S, correspondiente a Punta Lobos, Iquique, Chile, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), B) salinidad, y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

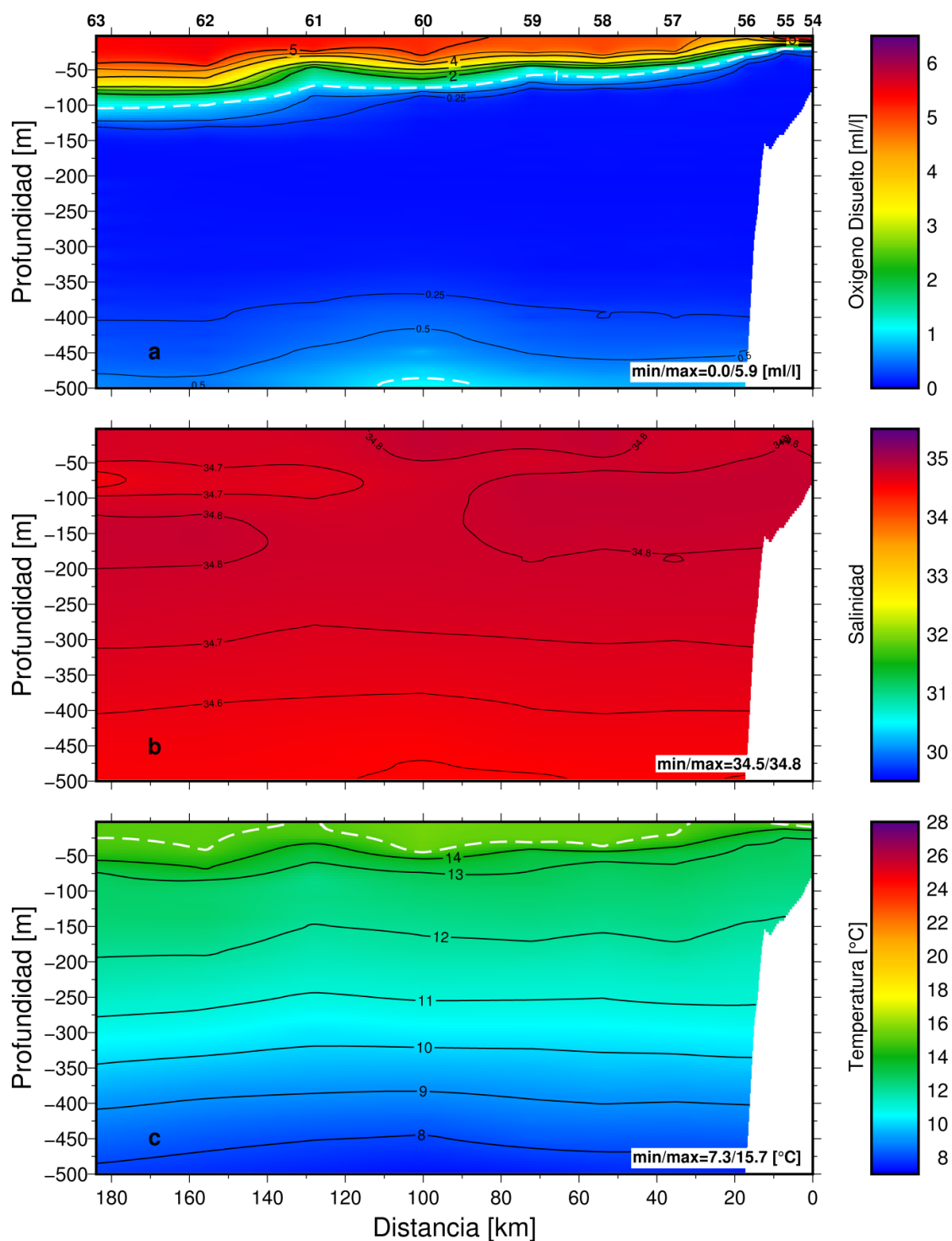


Figura 20. Distribución vertical hasta 500 m en la transecta ubicada en 23°40'S, correspondiente a Antofagasta, Chile, de: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) salinidad, y c) temperatura (°C). Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

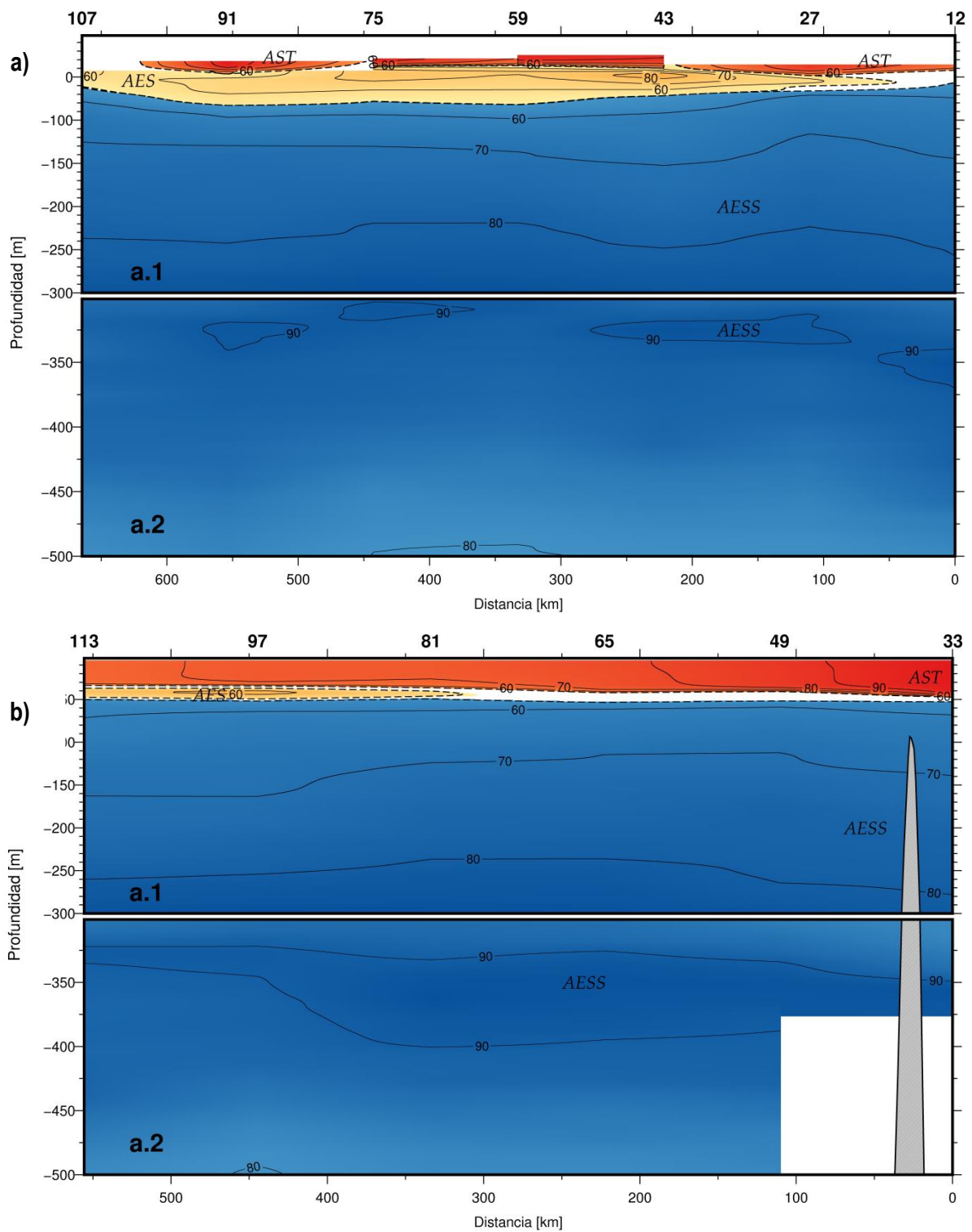


Figura 21. Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Ecuatorial Superficial (AES), Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Subtropical (AST) en las transectas de Colombia, ubicadas en: a) 5°N, y b) 2°N. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

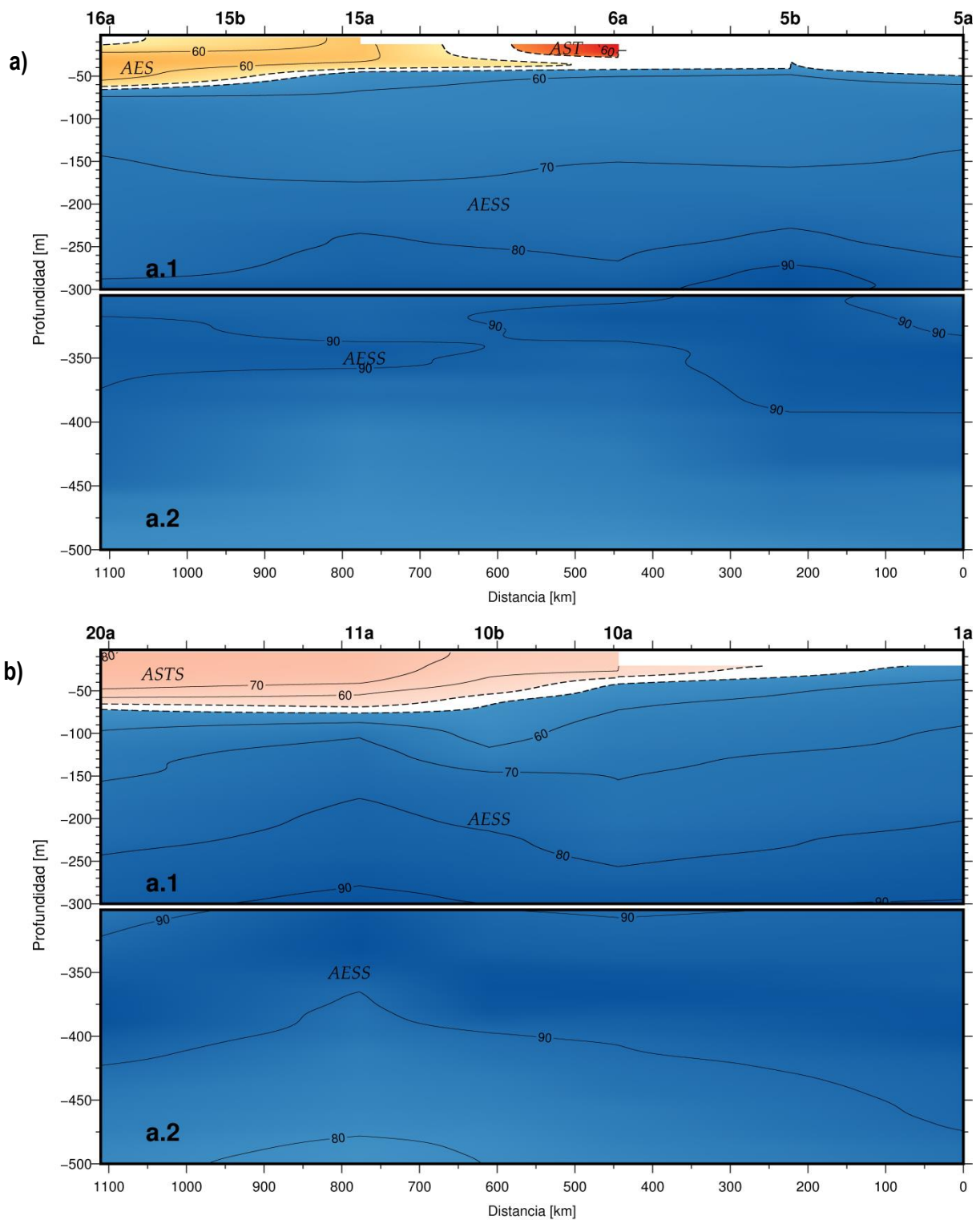


Figura 22. Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Ecuatorial Superficial (AES), Ecuatorial Subsuperficial (AESS), Subtropical (AST) y Subtropical superficial (ASTS) en las transectas de Ecuador, ubicadas en: a) 1°N, y b) 3°S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

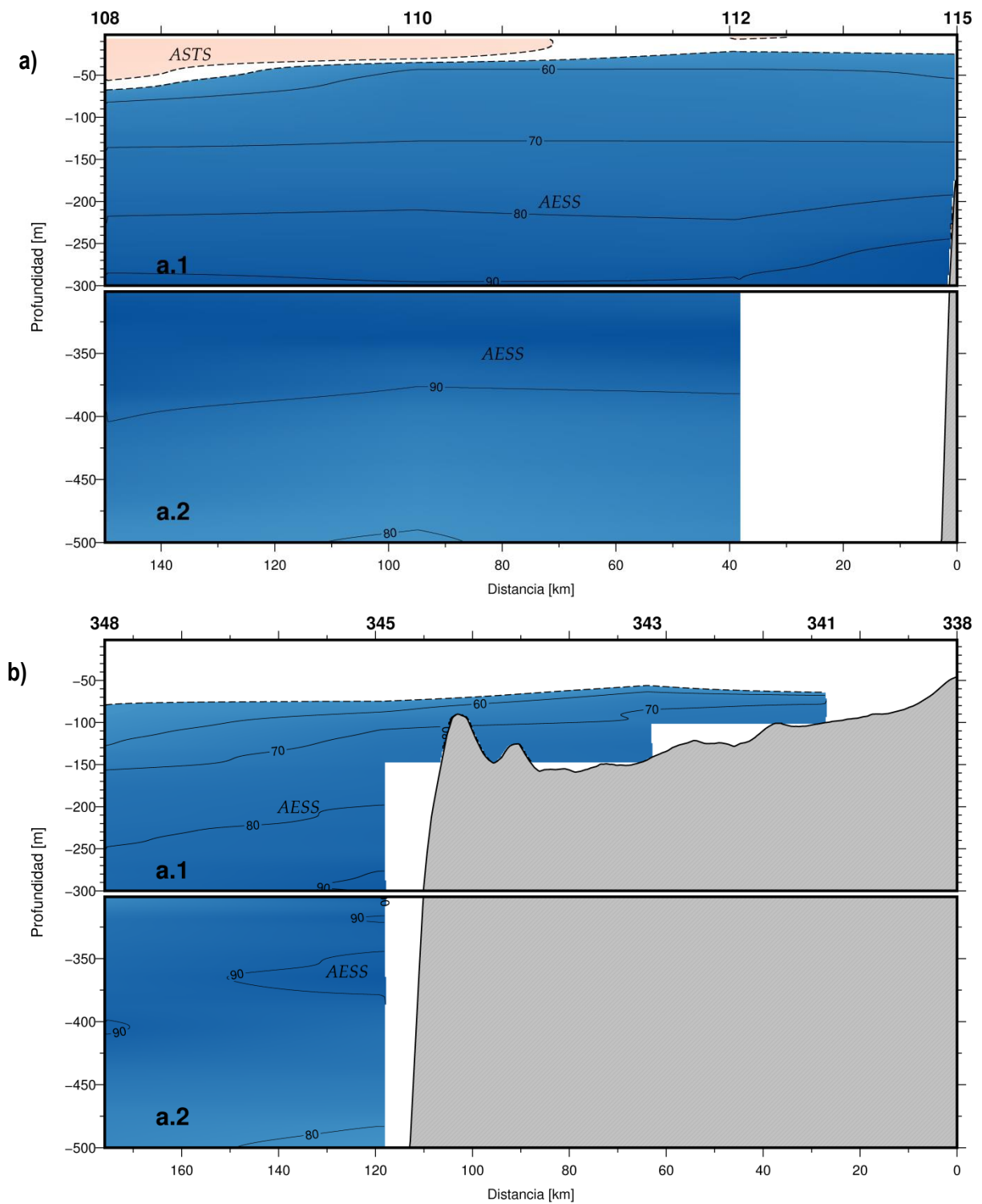


Figura 23. Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Subtropical superficial (ASTS) en las transectas de Perú, ubicadas en: a) 5°S, y b) 9°S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

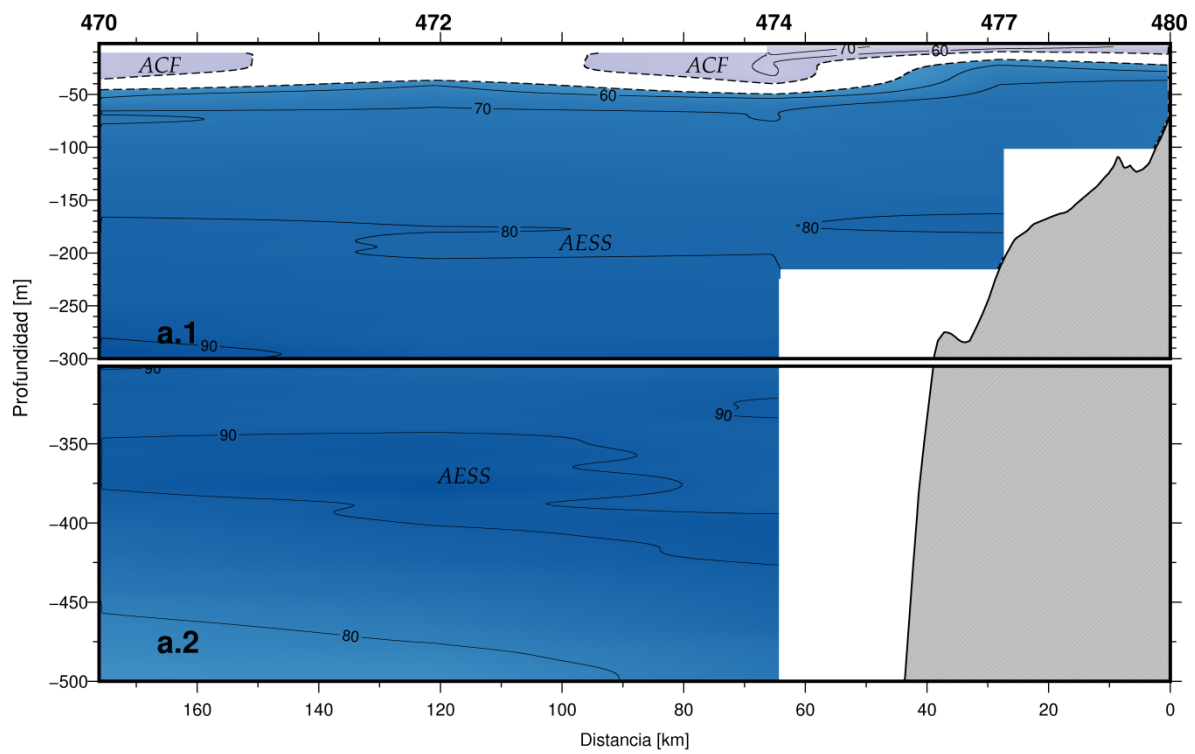


Figura 24. Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Costera Fría (ACF) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en la transecta de Perú, ubicada en 12°S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

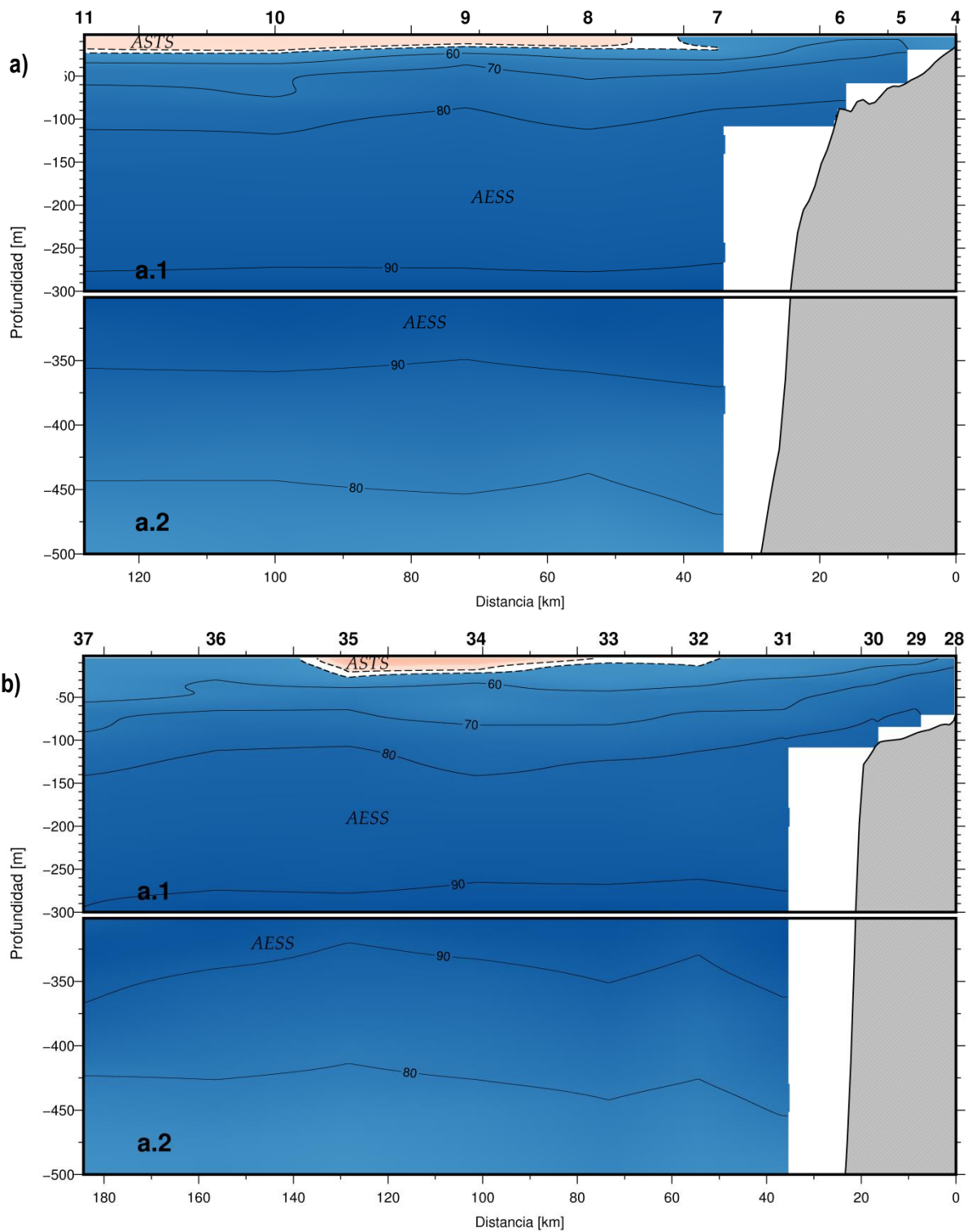


Figura 25. Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de las masas de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Subtropical Superficial (ASTS) en las transectas de Chile ubicadas en: a) 18°25'S, y b) 21°S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

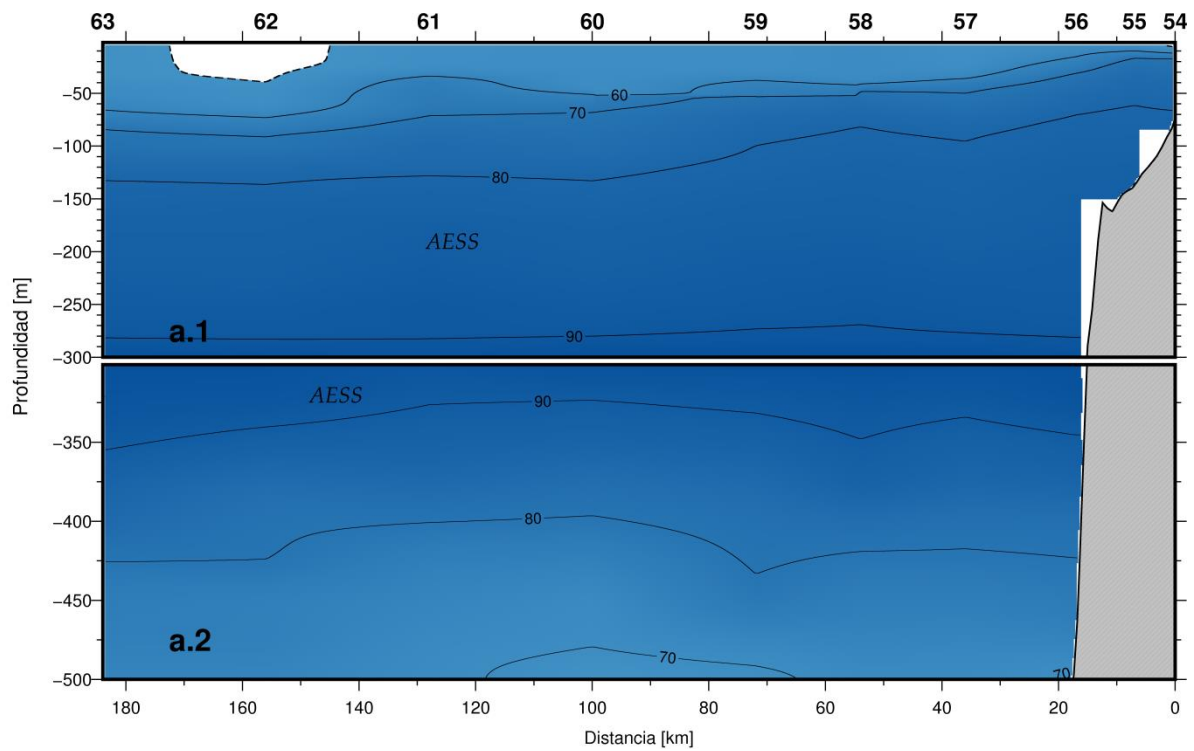


Figura 26. Distribución vertical hasta una profundidad de 300 m (a.1) y 500 m (a.2), de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en la transecta de Chile, ubicada en 23°40'S. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

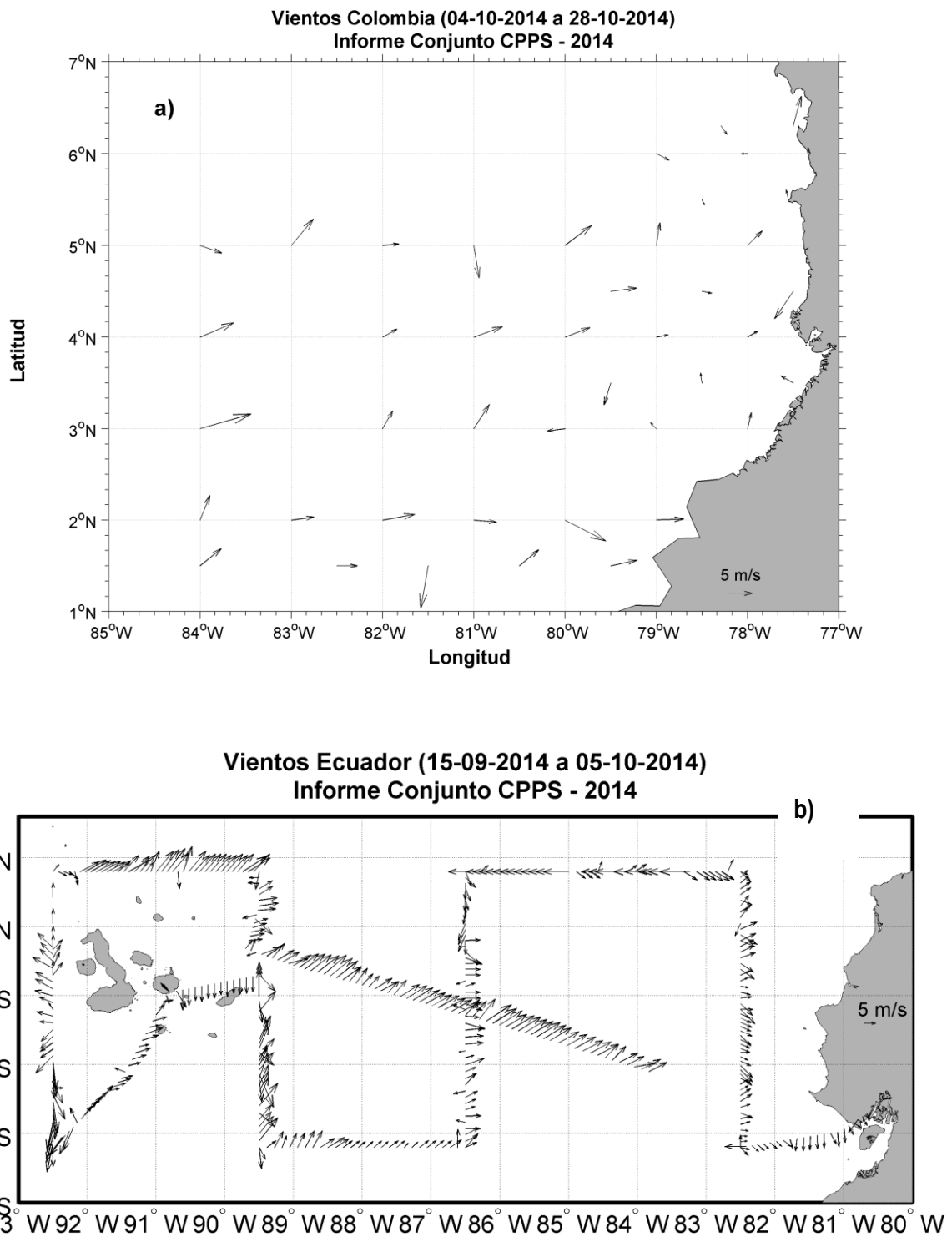


Figura 27. Mapa de viento proveniente de las estaciones meteorológicas a bordo de los países: a) Colombia, y b) Ecuador. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

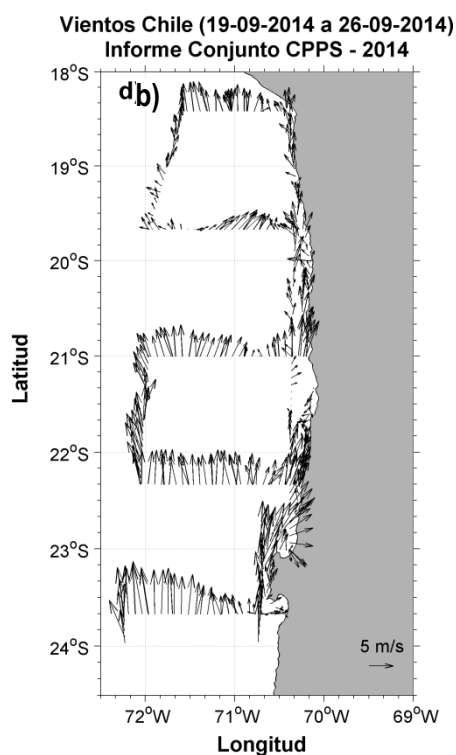
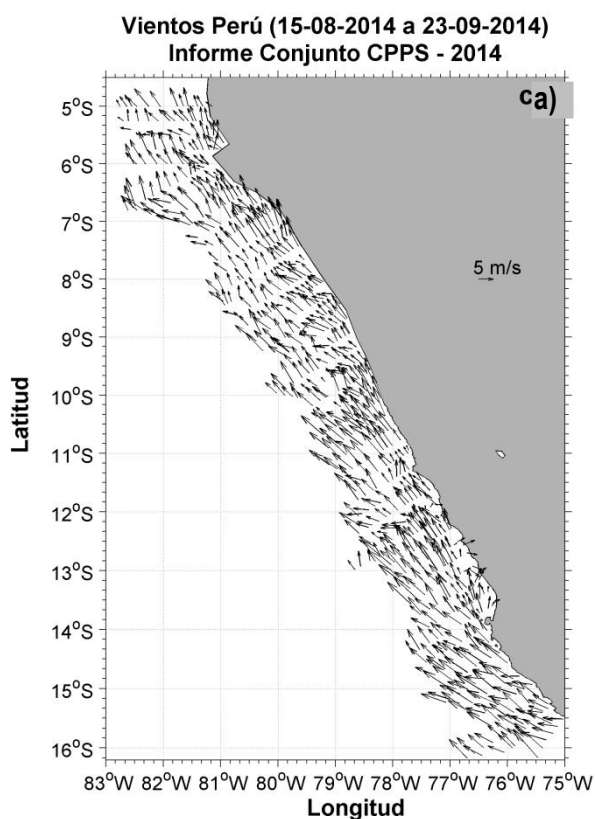


Figura 28. Mapa de viento proveniente de las estaciones meteorológicas a bordo de los países: a) Perú, y b) Chile. Décimo Séptimo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-octubre 2014.

## ANEXOS

Información de coordinación, intercambio de personal, naves, fechas y personal participante en los cruceros nacionales 2014



**ANEXO 1. Comité Coordinador del XVII Crucero Oceanográfico Regional 2014**

PAÍS	INSTITUCIONES ESPECIALIZADAS	ESPECIALISTA	COORDINACIÓN CIENTÍFICA
<b>Comité Coordinador del XX Crucero Regional</b>			
<b>Colombia</b>	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) de la Dirección General Marítima (DIMAR)	CCESP. Gabriel Efraín Vallejo López	Nacional
<b>Ecuador</b>	Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR)	TNNV TNC Carlos Perugachi	Nacional
<b>Perú</b>	Instituto del Mar del Perú (IMARPE)	Oce. Carmen Grados Quispe	Nacional
<b>Chile</b>	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)	Oce. Alexander Valdenegro	Nacional/Regional
<b>Coordinación Regional</b>			
Dirección de Asuntos Científicos y Recursos Pesqueros		Dr. Marcelo Nilo Gatica	Programa ERFEN/ CPPS

**ANEXO 2. Plataformas de investigación y fechas de inicio y término de los cruceros  
2014**

PAÍS	INSTITUCIÓN ESPECIALIZADAS	BUQUE	NºDÍAS	FECHA DE INICIO/TÉRMINO	ESTACIONES EJECUTADAS
<b>Colombia</b>	CCCP/DIMAR	ARC Gorgona	25	04/10 - 28/10	75
<b>Ecuador</b>	INOCAR	BAE Orión	22	15/09 – 06/10	21
<b>Perú</b>	IMARPE	BIC José Olaya	55	08/08 - 01/10	25
<b>Chile</b>	IFOP	B/I Abate Molina	14	16/09 - 29/09	66

**ANEXO 3. Especialistas participantes - Programa de Intercambio de investigadores  
2014**

PAÍS	BUQUE	ESPECIALISTA	NºDÍAS NAVEGADOS	FECHA DE INICIO/TÉRMINO
Colombia	ARC Gorgona	Ms. Carlos Andrade Ruiz (INOCAR, Ecuador)	25	04/10 - 28/10
Ecuador	BAE Orión	TN 2do Claudio Caro (Chile-SHOA) Elson Leal (Chile-IFOP) Maro William Chaparro (Colombia- CCCP)	22	15/09 – 06/10
Perú	BIC José Olaya			
Chile	B/I Abate Molina	Ing. Georgina Flores Gonzáles (IMARPE-Perú)	14	16/09 - 29/09

**ANEXO 4. Personal científico participante en los cruceros 2014**

PAÍS	COLOMBIA
Crucero CCCP:	CPC No. 53
Buque:	BO "ARC Gorgona"
Jefe de crucero y de estación:	S3MOF. José David Iriarte Sánchez
Comando del buque:	TN Alejandro Sanín Acevedo
Participantes:	<b>CCCP:</b> S3 Tascon Vásquez Oscar Eduardo, MA2 Cáceres Sanabria Juan Camilo, MA2 Suarez Martínez Néstor Javier  <b>Programa de intercambio - CPPS:</b> Ms. Carlos Andrade Ruiz (INOCAR).

PAÍS	ECUADOR
Crucero INOCAR:	Del 15 de septiembre al 6 de octubre de 2014
Buque:	BAE Orión
Jefe científico:	TNNV-SU Carlos Perugachi Salamea, M.Sc.
Comando del buque:	CPFG-EM Gabriel Abad
Participantes:	<p><b>INOCAR:</b> Anl. Lency Pacheco, Oc. Sonia Recalde, MSc., CBOP-HI Gary Menéndez, Ing. Juan Regalado, SP. Edison Mafla, Dra. Ana Grijalva, Ing. Rolando Ponce, Blg. Cristian Naranjo, MSc.</p> <p><b>Programa de intercambio - CPPS:</b> Elson Leal (Chile-IFOP), MARO William Chaparro (Colombia- CCCP), <b>Armada de Chile:</b> TN2do Claudio Caro (Chile-SHOA); <b>Instituciones nacionales:</b> Shirley Torres (INAMHI)</p> <p><b>Pasantes nacionales:</b> Alberto Proaño Constante, Cesar David Castro Caicedo, Daniel Gonzaga González, Darwin Apolinario Castillo, Darwin Cuesta Mero, Dennisse Vallejo Herrera, Juan Valenzuela Cobos, Karen Marañón Flor, Karen Vargas Jurado, Katherine Baca Cajas, Mariana Alcívar Sornoza, Pamela Montalvo Puma, Romina Joza Holguín, Sharon Fransheska Muñoz Recalde, Shirley Torres Tigrero.</p>

PAÍS	PERÚ
Crucero IMARPE:	Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos Cr. 1408-10
Buque:	BIC José Olaya Balandra
Jefe de crucero:	Ing. Luis Orlando Escudero Herrera (I etapa)  Ing. Oswaldo Miguel Flores Huamán (II etapa)
Comando del buque:	Cdte. Atilio Aste
Participantes:	<p><b>Oceanografía:</b> Noel Domínguez Obregón, Luis Lorenzo Pizarro Pereyra, Oscar Lozano Rubio, Miguel Ángel Sarmiento Díaz, Carlos Robles Cáceres.</p> <p><b>Hidroacústica y pesca:</b> Gary Renato Vargas Canales, Luis Ángel La Cruz Aparco, Jaime Abraham Atiquipa Ortiz, Francisco Ganoza Chozo, Ítalo Arones Cahua, Néstor Artemio Saavedra Correa. Jorge Alberto Pazos Villalobos, Armando Fiestas Llenque.</p> <p><b>Biología:</b> José Luis Salcedo Rodríguez, Danny Michael Ulloa Espejo, Braulio Napoleón Díaz Solano, Betsy Del Carmen Buitrón Díaz, Milagros Teresa Franco Meléndez, María Gracia Carrasco Rodríguez, Cynthia Romero Moreno. Arturo Ventocilla Navidad</p>

PAÍS	CHILE
Crucero IFOP:	Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre XV y II Regiones, año 2014
Buque:	B/I Abate Molina
Jefe de crucero:	Vivian Valenzuela Cuevas.
Capitán:	Iván Giakony
Participantes:	<p><b>Oceanografía:</b> Alexander Valdenegro, Georgina Flores, Iván Toro, Andrés Ruiz Carlos Concha, Roberto Lorca</p> <p><b>Plancton:</b> Vivian Valenzuela, Jorge Angulo, Francisca Osorio, Eduardo Iribarra, Diego Lemus.</p> <p><b>Acústica:</b> Víctor Catasti, Javier Legua.</p> <p><b>Operador marino:</b> Iván Toro, Carlos Mendoza, Andrés Ruiz.</p> <p><b>Programa de intercambio - CPPS:</b> Georgina Flores (IMARPE)</p>





**COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR**  
Chile - Colombia - Ecuador - Perú  
Guayaquil - Ecuador

