

**COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO**



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 3 N°11

Noviembre de 2017

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

Producto: Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño

Autor: Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen)

Comisión Multisectorial Enfen

Presidente:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (Imarpe)

Vice-Presidente:

Calm. David Portilla Linares

Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN)

Dr. Hernando Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Dr. Ken Takahashi Guevara

Presidente Ejecutivo, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Ing. Abelardo de la Torre Villanueva

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Luis Alfonso Zuazo Mantilla

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Wladimiro Giovannini De Freyre

Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

Grupo de Trabajo Científico Técnico

Coordinador Científico Técnico: Grinia Ávalos

IMARPE: Dimitri, Gutiérrez, Marilú Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Octavio Morón,

DHN: Gustavo Laos, Rina Gabriel, Roberto Chauca.

SENAMHI: Christian Barreto, Nelson Quispe, Lourdes Menis.

IGP: Ken Takahashi, Kobi Mosquera.

ANA: Gustavo Galindo, Carlos Verano

INDECI: Aquiles Carcovich

CENEPRED: Ena Jaimes, Félix Romani

Año: 3

Redacción del informe: Grupo de Trabajo Científico Técnico Enfen

Edición y Producción: L. Pizarro (Secretaría Técnica Enfen)

Diseño de carátula: Imarpe

El contenido de este documento puede ser reproducido mencionando la fuente Enfen.

Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). 2017.

Informe Técnico Enfen. Año 3, N° 11, noviembre de 2017, 55 p.

El Informe Técnico Enfen de noviembre 2017 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web en las páginas electrónicas de las instituciones que conforman la Comisión. De tener inconvenientes para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica Enfen a la dirección electrónica: st_enfen@imarpe.gob.pe.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2015-09351

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, Noviembre 2017

PRESENTACIÓN

La gran diversidad y productividad de la zona continental como marítima del territorio peruano se altera eventualmente por eventos de la Naturaleza que ocurren a diferentes escalas de tiempo y espacio. Entre ellos, el Fenómeno El Niño reviste singular importancia por sus impactos en el Perú como a nivel global.



Han transcurrido casi cuatro décadas desde que el Estado Peruano estableciera el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). Durante este tiempo, el Comité ha monitoreado, vigilado, analizado y alertado sobre las anomalías del océano y la atmósfera con el fin de prevenir y mitigar los impactos de El Niño en el Perú. Estas acciones se realizan de forma sinérgica, coordinada.

A partir de mayo del 2017 se recompone el Comité y adquiere la denominación de Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño y está conformada por el Instituto del Mar del Perú IMARPE (Preside la Comisión), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) Centro Nacional de Estimación, Prevención y de Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo ahora con la participación de algunas instituciones de la Comisión Enfen en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. Su producto denominado “Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño” comprende una versión resumida “Comunicado Oficial” que se publica quincenalmente en períodos de contingencia como el actual y en forma mensual en periodos normales, así como una versión extendida “Informe Técnico” de carácter mensual. Este último documento incorpora ahora nuevos elementos de información que tengo el honor de presentar, esperando que contribuya a mejorar el conocimiento y a adoptar decisiones y acciones oportunas hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo asociado a El Niño-Oscilación del Sur en nuestro país.



Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada
Presidente de la Comisión Multisectorial para El
Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, noviembre 2017

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
2.1. VARIABLES.....	6
2.2. ÍNDICES.....	6
2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO.....	6
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN SETIEMBRE.....	8
3.1. CONDICIONES A MACROESCALA.....	8
3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial.....	8
3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial.....	9
3.2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL.....	9
3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental.....	9
3.2.2. Temperatura del aire.....	9
3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico.....	10
3.2.4. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana.....	11
3.2.5. Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.....	12
3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana.....	13
3.2.7. Recursos pesqueros e indicadores biológicos.....	14
4. PRONÓSTICO	15
4.1. A CORTO PLAZO (SEMANAS).....	16
4.2. A MEDIANO PLAZO (HASTA 3 MESES).....	17
4.3. A LARGO PLAZO (MÁS DE 3 MESES).....	17
5. CONCLUSIONES	17
6. REFERENCIAS	18
7. FIGURAS	21
8. TABLAS	47

RESUMEN

Durante el mes de noviembre de 2017, en la región del Pacífico Central (región Niño 3.4) la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) continuó negativa con un valor promedio de $-0,86^{\circ}\text{C}$. Durante el mes se intensificaron las anomalías de vientos del este, formándose ondas Kelvin frías. El valor temporal del Índice Oceánico Niño (ONI) en el Pacífico Central correspondiente al mes de octubre indicó condiciones frías, y el estimado para noviembre correspondería a condiciones frías moderadas.

En el Pacífico Oriental, incluyendo la costa peruana, se observó la reducción de los valores de TSM respecto al mes de octubre, es decir, se evidenció un enfriamiento. En el litoral peruano, las anomalías de la TSM mostraron condiciones debajo del rango normal, excepto en Paita y Callao. Asimismo, predominaron anomalías negativas del nivel medio del mar (NMM) excepto en el norte (Talara y Paita). El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para setiembre fue $-1,28^{\circ}\text{C}$ (condición Fría Moderada) y los valores estimados del ICEN para octubre y noviembre (ICENTmp) corresponderían a condiciones frías moderadas a débiles.

En tanto, en el Pacífico Central – Oriental se observó una menor actividad convectiva, en contraste, el patrón anómalo de convección ecuatorial sigue indicando desplazamiento ligeramente más intenso hacia el Pacífico Occidental en relación a octubre, consistente con condiciones tipo La Niña. El contenido de calor oceánico continuó mostrando anomalías negativas y la inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó ligeramente inclinada con valores inferiores a su climatología.

Por otro lado, en la región subtropical del Pacífico Oriental, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) continuó fortalecido, aunque alejado anómalamente al sur de su posición normal mensual, situación que no favoreció en el incremento de los vientos costeros, predominando intensidades débiles a lo largo de la costa peruana las cuales no influenciaron directamente en mantener condiciones frías de la TSM frente al litoral. No obstante, las temperaturas extremas del aire se presentaron por debajo de sus rangos normales para todo el litoral peruano. Por otro lado, los caudales de los ríos de la costa norte del país continuaron dentro de sus rangos normales.

En las secciones oceanográficas mostraron condiciones frías alcanzando anomalías de hasta $-2,0^{\circ}\text{C}$ dentro de los 50 m de profundidad cerca de la costa, debido al ascenso de masas de aguas más frías asociadas al efecto de la onda Kelvin fría que impactó entre Paita y Callao. Respecto a los indicadores biológicos, la clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, exhibió un aumento significativo de las anomalías positivas frente a la costa, en especial al sur de Callao, posiblemente como consecuencia de la disminución de la nubosidad y la mayor disponibilidad de los nutrientes en la capa superficial.

Perspectiva: Se prevé la continuidad de condiciones frías del mar tanto en la región Niño 1+2 como en el Pacífico Central hasta fin de año. Asimismo, para el verano del 2018, en la zona norte del mar peruano se mantiene el escenario más probable de condiciones normales.

1. INTRODUCCIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS), es el proceso termodinámico océano-atmosférico más importante que influye en la variación de las condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico, manifestándose en sus fases ‘cálida’ y ‘fría’, conocidas comúnmente como El Niño y La Niña respectivamente. De otro lado, condiciones cálidas sobre el Pacífico Oriental, particularmente frente a la costa norte de Perú durante el verano, propician lluvias intensas en el contexto del denominado El Niño Costero. Debido a los impactos en los sectores socioeconómicos, cada vez hay un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen en su desarrollo, como en optimizar la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

En este contexto, la Comisión Multisectorial para el Estudio del Fenómeno de El Niño (ENFEN), reporta periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos, en el Pacífico Ecuatorial y Sudoriental, así como de la dinámica sub-superficial de parámetros oceanográficos, poniendo mayor atención en la zona costera de Perú. Asimismo se reportan los impactos hidrológicos, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores asociados al ENOS y al Fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo.

2. DATOS

2.1. Variables

Las principales variables utilizadas para el monitoreo de las condiciones ambientales, oceanográficas y continentales se resumen en la tabla 2.1.1.

2.2. Índices

Índice Costero El Niño (ICEN): Consiste en la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2. Estas anomalías se calculan usando la climatología mensual para el periodo base 1981-2010. La fuente de datos para este índice son las TSM absolutas del producto ERSST v3b de la NOAA (EEUU) para la región Niño 1+2. Para el cálculo y uso en tiempo real, se utiliza temporalmente el valor aproximado ICEN_{tmp}, que se calcula igual que el ICEN, pero reemplazando los datos mensuales faltantes con datos de pronósticos mensuales provenientes de North American Multi-Model Ensemble (NMME). ENFEN (2012); Takahashi, et al. (2014).

2.3. Modelos de Pronóstico

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP): Es un modelo oceánico lineal de una capa de profundidad H cuyo límite inferior es la profundidad de la termoclina, para representar la dinámica superior del océano. Posee una línea de costa realista y su resolución horizontal es de 1° y $0,5^\circ$ para el eje X e Y , respectivamente. El modelo es forzado principalmente con información del producto L3 del “escaterometro” ASCAT (Bentamy y Croize-Fillon, 2012) obtenido del IFREMER (<ftp.ifremer.fr>). Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger y Menkes (1995). Ver más en Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014). Para realizar el pronóstico de la propagación de las ondas Kelvin, se asumen dos escenarios del esfuerzo de viento para los siguientes tres meses: 1) que no existen anomalías (comportamiento normal de los vientos) y, 2) que persistirá la anomalía de baja frecuencia.

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia: Con el fin de detectar la propagación de las Ondas Kelvin Ecuatoriales (OKE), se ejecuta un modelo oceánico de complejidad intermedia con 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del NCEP (Kalnay et al. 1996), siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). La señal de la OKE puede ser descompuesta en modos normales de oscilación que se propagan a diferentes velocidades. Los primeros dos modos (modo 1, modo 2) sumados proporcionan la mayor contribución a la anomalía del nivel del mar.

Para las perspectivas de mediano y largo plazo se utilizan las simulaciones de los modelos climáticos de las agencias internacionales.

Tabla 2.1.1. Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe.

VARIABLE		FUENTE																				PROCESAMIENTO		
		Observación												Satélite (*)									Modelos	
		Estaciones costeras SENAMHI	Estaciones costeras DHN	Estaciones costeras IMARPE	Estaciones fijas ANA	Secciones verticales IMARPE	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	ARGO	Programa Bitácoras de Pesca	Seguimiento de Pesquerías	Muestras de puertos	TRMM-3B42	ESRL/NOAA	Reanálisis NCEP/NOAA	ASCAT	AVHRR (Daily OI SSTv2-NOAA)	OSTIA	JASON-2	AVISO	MODIS		HYCOM	
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																								
	Temperatura Ambiental	X																					SENAMHI	
	Precipitación Observada	X																					SENAMHI	
	Precipitación Estimada											X											IGP/SENAMHI. Climatología: 2001-2014	
	Radiación de Onda Larga												X										IGP/SENAMHI	
	Presión Atmosférica														X								SENAMHI	
	Vientos														X	X								IMARPE
														X									SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																								
Físicas	Temperatura del Mar		X				X	X							X		X							DHN
				X		X	X																	IMARPE
								X	X						X		X	X						IGP
	Nivel medio del Mar		X																					DHN
				X																X				IMARPE
	Salinidad								X										X				X	
Biogeoquímicas	Oxígeno y Nutrientes			X		X	X																	DHN
				X		X	X																	IMARPE
	Clorofila			X		X	X																	IMARPE
	Desembarques índices reproductivos									X	X											X		IMARPE, Climatología: 2002-2014
		Indicadores de masas de agua del plancton										X												IMARPE
		Distribución de especies incidentales								X	X	X												
VARIABLES HIDROLÓGICAS																								
	Caudal de ríos				X																			ANA/SENAMHI
	Capacidad Hidráulica de reservorios				X																			ANA

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN NOVIEMBRE

3.1. Condiciones a Macroescala

3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

En el Pacífico ecuatorial predominaron en espacio y tiempo temperaturas superficiales menores a su normal, presentando en la región central (Niño 3.4) en promedio la anomalía de $-0,86\text{ }^{\circ}\text{C}$, ligeramente mayor que el mes anterior ($0,46\text{ }^{\circ}\text{C}$). Por otro lado, en la región oriental (Niño 1+2) en promedio la anomalía fue ligeramente menor respecto al mes de octubre, disminuyendo de $1,34\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $1,16\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Figura 3.1.1.1, Figura 3.1.1.4, Figura 3.1.1.2-panel inferior y Figura 3.1.1.3).

El Índice de Oscilación del Sur (IOS) calculado para el mes de noviembre mostró un valor de $+11,8$ (Figura 3.1.1.5), este valor indica condiciones frías del ENSO en el Pacífico central. Respecto a la actividad convectiva en el Pacífico Ecuatorial, un indicador clave del acoplamiento océano – atmósfera, la Radiación de Onda Larga (OLR) mantuvo valores debajo a lo normal en la región central – oriental del Pacífico y el patrón anómalo de convección ecuatorial siguió indicando un desplazamiento hacia el Pacífico occidental (Figura 3.1.1.6 a y b), consistente con condiciones atmosféricas asociadas a La Niña (Figura 3.1.1.7 y Figura 3.1.1.8).

En el Pacífico Central (160°E - 160°W ; 5°S - 5°N), en tropósfera baja (850 hPa) continuó predominando un patrón zonal de vientos del este (Figura 3.1.1.11 b), siendo más intensos que el mes anterior entre 180° - 160°W . En superficie, pulsos de viento del este fueron observados con mayor intensidad durante la primera y última semana del mes; por otro lado, se observaron anomalías positivas a fines de noviembre, entre 165°E y 140°E (Figuras 3.1.1.10 a).

En niveles altos de la tropósfera (200hPa), sobre el Pacífico Ecuatorial, dominó la configuración de vientos zonales del oeste, intensificándose (Figura 3.1.1.11.a).

Las secciones verticales de la tropósfera a lo largo de la franja ecuatorial continuaron presentando flujos subsidentes sobre el Pacífico central y aumento de la convección anómala sobre la región Occidental (120°E - 140°E), (Figura 3.1.1.12).

3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial

En promedio del 1 al 30 de noviembre se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo localizado al suroeste de su posición habitual con una intensidad máxima de $\sim 1024\text{ hPa}$, encontrándose anomalías positivas en su centro de hasta $\sim +2\text{ hPa}$. El APS presentó una configuración cuasi – zonal al sur de 30°S con una proyección hacia el sur de Chile. Frente a la costa peruana el campo de presión presentó condiciones alrededor a su patrón climático (Figura 3.2.1.1).

Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento de componente sureste se mantuvieron alrededor de lo normal (Figura 3.2.1.2 b) predominando la estacionalidad en la configuración de la ZCIT hacia el flanco oriental del Pacífico ecuatorial (Figura 3.2.1.2 a), observándose anomalías positivas alrededor de los 08°N (Figura 3.2.1.2 c). En general, el viento frente a la costa peruana presentó velocidades de moderadas a fuertes (4,0 a 6,0 m/s), siendo la semana del 11 al 15 de noviembre la que presentó vientos más débiles, predominando condiciones neutras y anomalías negativas durante todo el mes. En la franja costera de 40 Km, se registraron vientos entre 1,0 y 4,0 m/s a lo largo de la costa, sin embargo, durante la última semana el viento mostró ligeras anomalías positivas (+1 m/s) (Figura 3.2.1.3).

Durante el mes, el IAC (Índice de Afloramiento Costero) mostró valores entre 400 y 450 m³/s/100m al norte de los 5°S, mientras que al sur de los 5°S los valores estuvieron entre 0 y 200 m³/s/100m (Figura 3.2.1.4).

3.2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental

En promedio del 1 al 30 de noviembre se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo localizado al suroeste de su posición habitual con una intensidad máxima de ~1024 hPa, encontrándose anomalías positivas en su centro de hasta ~+2 hPa. El APS presentó una configuración cuasi – zonal al sur de 30°S con una proyección hacia el sur de Chile. Frente a la costa peruana el campo de presión presentó condiciones alrededor a su patrón climático (Figura 3.2.1.1).

Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento de componente sureste se mantuvieron alrededor de lo normal (Figura 3.2.1.2 b) predominando la estacionalidad en la configuración de la ZCIT hacia el flanco oriental del Pacífico ecuatorial (Figura 3.2.1.2 a), observándose anomalías positivas alrededor de los 08°N (Figura 3.2.1.2 c). En general, el viento frente a la costa peruana presentó velocidades de moderadas a fuertes (4,0 a 6,0 m/s), siendo la semana del 11 al 15 de noviembre la que presentó vientos más débiles, predominando condiciones neutras y anomalías negativas durante todo el mes. En la franja costera de 40 Km, se registraron vientos entre 1,0 y 4,0 m/s a lo largo de la costa, sin embargo, durante la última semana el viento mostró ligeras anomalías positivas (+1 m/s) (Figura 3.2.1.3).

Durante el mes, el IAC (Índice de Afloramiento Costero) mostró valores entre 400 y 450 m³/s/100m al norte de los 5°S, mientras que al sur de los 5°S los valores estuvieron entre 0 y 200 m³/s/100m (Figura 3.2.1.4).

3.2.2. Temperatura del aire

Las temperaturas del aire se presentaron por debajo de sus rangos normales a lo largo del litoral peruano durante el mes de noviembre. En cuanto a la temperatura máxima, en promedio, se observaron valores de hasta -0,6°C en la costa norte y sur, mientras que respecto a la temperatura mínima, se observó un mínimo de hasta -1,2°C en la costa norte seguido de -0,7°C en la región sur. La región central mantuvo valores alrededor de lo normal (Figura 3.2.2.1).

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

En noviembre, a inicios del periodo lluvioso, se observaron precipitaciones anómalas ligeras en la sierra nororiental y en la selva alta nororiental (principalmente Loreto). En general, en el Perú predominaron condiciones normales y negativas, principalmente hacia la sierra occidental (Figura 3.2.3.1).

Los caudales de los ríos de la costa norte del país se mantienen dentro de sus rangos normales, con ligeros ascensos en los ríos Chira y Chancay – Lambayeque. Las reservas hídricas en la costa norte y sur vienen operando en promedio al 63% y 54% de su capacidad hidráulica respectivamente, (Figura 3.2.3.2).

3.2.4. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar a lo largo de la costa peruana

En el mar peruano, la temperatura superficial presentó fluctuaciones alrededor de su normal; sin embargo, al norte de los 06°S predominaron condiciones ligeramente frías. En promedio este mes fue presentado en condiciones cercanas a su normal, mientras que el mes anterior se manifestó en condiciones frías con anomalías cercanas de -1,0°C. Sin embargo, se acentúa que, por fuera del mar peruano, para este mes de noviembre se manifestó condiciones frías, con anomalías promedio de -1,0°C, (Figura 3.2.4.2).

Para el mes de octubre de 2017, el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en el producto ERSST v3 indicó una condición climática Fría Débil (-1,17°C), mas no, la fuente NCEP OI SST v2 (Tabla 3.2.4.1) con una condición fría moderada (-1,44°C), Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) coinciden en mostrar una condiciones Fría Moderadas y Frías Débiles para noviembre y diciembre (Figura 3.2.4.1).

Por otro lado, en el litoral norte y sur del Perú la temperatura se mantuvo todo el mes por debajo de su normal, similar al mes anterior, manifestándose condiciones frías a través de anomalías negativas entre 1 °C y 1.5 °C; mientras que en el litoral centro sólo por dos semanas se mantuvo ligeramente fría (anomalía -0.5 °C) para luego manifestarse en condiciones cercanas a su normal (Figura 3.2.4.3 a). Respecto al nivel medio del mar, (NMM) en el litoral peruano se evidenció en el norte una ligera disminución de los niveles, en la última semana del mes, mientras que en el centro y sur ligera recuperación de los niveles del mar, pero aún por debajo de su normal, (Figura 3.2.4.4 a y b), (Tabla 3.2.4.2).

3.2.5. Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.

En la sección de Paita realizada el 27 y 28 de noviembre de 2017 (Figura 3.2.5.1), la TSM presentó un desplazamiento de la isoterma de 17°C de 10 a 45 mn de la costa en el último mes, con valores de hasta 19°C, entre las 80 y 100 mn frente a la costa (Figura a, b). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 14° a 19°C con una débil termoclina.

La isoterma de 15°C se presentó entre los 20 y 90 m de profundidad, ascendente en dirección a la costa. Sobre los 90 m y por dentro de las 90 mn se registró una capa con anomalías de hasta -2,0°C, siendo más intensa en la zona costera (Figura c, d).

La sección Chicama realizada el 25 y 26 de noviembre de 2017 (Figura 3.2.5.2), la TSM presentó un repliegue de la isoterma de 17°C hacia la costa, hasta las 8 mn, la cual se encontraba por fuera de las 20 mn en octubre. Afuera de los 80 mn se observaron valores de hasta 20°C. Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 14°C y 20°C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15°C se presentó a 70 m de profundidad por fuera de las 70 mn y ascendió hasta 30 m en la zona costera, en modo similar al mes de octubre. En los primeros 70 m de profundidad las anomalías térmicas fueron de hasta +1,0°C por fuera de las 40 mn frente a la costa y en el resto de la sección las anomalías fueron cercanas a cero (Figura a, b). En superficie la concentración de sales mostró a las ASS por fuera de las 40 mn y encima de los 100 m, a más profundidad que en octubre, mientras en la zona cerca a la costa se presentaron las ACF (Figura c). Como consecuencia se observó anomalías halinas positivas de hasta +0,20 ups sobre los 100 m y por fuera de las 40 mn, asociadas a las ASS, así como anomalías negativas de hasta -0,05 ups cerca a la costa asociadas a la presencia de las ACF (Figura d).

En el norte del mar peruano, a 90 millas frente de Paita (boya Argo 85°W y 4°S), dentro de los primeros 80 metros de profundidad se evidenció la predominancia de temperaturas entre 15°C y 17°C, manifestándose en la columna de agua condiciones frías a través de anomalías negativas del orden de 0.5 °C a 3.5 °C, sobre todo más fría dentro de los primeros 20 metros donde en promedio la anomalía negativa fue de 1 °C mayor respecto al mes de octubre, (Figura 3.2.5.4).

El monitoreo quincenal que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita y Chicama la temperatura en los 100 m de la columna de agua varió entre 14° y 16°C, en Callao entre 14° y 15°C, en Atico entre 13° y 14°C y en Ilo entre 13° y 17°C (Figura 3.2.5.3). En Paita se detectó anomalías de hasta -1,0°C en toda la columna de agua, en Chicama anomalías cercanas a cero y en Callao anomalías de hasta -1,0°C por encima de los 60 m de profundidad durante el mes (Figura 3.2.5.5). La salinidad del mar mostró valores consistentes con el afloramiento costero en todas las estaciones fijas (Figura 3.2.5.6).

En cuanto al OD, se visualizó una distribución superficial de las iso-oxígenas en las estaciones fijas de Chicama, Callao y Atico, apareciendo la iso-oxígena de 0,5 mL/L a unos 20 - 30 m en las dos primeras, y a 30 - 60 m de profundidad en la última. En Paita e Ilo se registró un ascenso de las iso-oxígenas profundas a finales del mes (Figura 3.2.5.7).

3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana

3.2.6.1. Silicatos

Los silicatos presentaron una disminución en sus concentraciones respecto a fines de agosto en Paita, Chicama y Atico, mientras que en Callao e Ilo se observó un aumento. Las menores concentraciones en la columna de agua se observaron en Paita ($\sim 15 \mu\text{mol.L}^{-1}$). En Chicama la isolínea de $20 \mu\text{mol.L}^{-1}$ se profundizó de 20 a 60 metros entre inicios y fin del mes. En Callao e Ilo la isolínea de $25 \mu\text{mol.L}^{-1}$ se observó a los 18 y 35 metros respectivamente, evidenciando un incremento en las concentraciones en columna respecto a setiembre. En Atico la isolínea de $30 \mu\text{mol.L}^{-1}$ se profundizó de 20 a 55 metros durante el transcurso del mes. (Figura 3.2.5.8).

3.2.6.2. Clorofila – a

La concentración de clorofila-a se incrementó durante el mes de noviembre. Entre los 8°S – 11°S se observaron anomalías positivas de $+3 \text{ mg.m}^{-3}$, mientras que entre Callao y Pisco anomalías negativas de -4 mg.m^{-3} fueron registradas cerca de la costa. Fuera de la costa, entre los 100 a 150 km de la costa, frente a San Juan anomalías positivas de $+6 \text{ mg.m}^{-3}$ fueron observadas. Cabe recalcar que la presencia de nubes fue muy frecuente entre los 6°S – 12°S durante casi todo el mes (25 días cubiertos en promedio); en cambio en Paita y de Pisco a Ilo se presentaron más días despejados (Figura 3.2.6.1 y 3.2.6.2).

3.2.7. Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

La anchoveta entre el 23 al 26 noviembre, presentó una distribución en tres zonas; la primera frente a Punta La Negra a 20 mn; la segunda localizada frente a Malabrigo a 80 mn, en ambas zonas se registraron ejemplares adultos y en la tercera zona, localizada entre Chimbote y Casma, se observó una alta incidencia de ejemplares juveniles, dentro de las 60 mn (Figura 3.2.7.1). Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, indicaron un aumento del índice gonadosomático (IGS) y una disminución del índice de Fracción desovante (FD) pero dentro de su patrón normal. Por otro lado, el contenido graso corroboró a lo encontrado por los indicadores reproductivos, mostrando un incremento respecto al mes anterior (Figura 3.2.7.2).

4. PRONÓSTICO

4.1 A corto plazo (semanas)

Según los modelos lineales (Figura 3.1.1.10 c y d), así como las proyecciones teóricas de ondas largas ecuatoriales y la proyección quincenal de pronóstico de los modelos GFS y CFS, se espera que en las siguientes semanas se produzcan anomalías de viento del este, entre 160°E y 120°W en la franja del Pacífico Ecuatorial. Si esto se diera, entonces estos vientos podrían proyectarse en ondas Kelvin frías que contribuiría en mantener (e incluso disminuir más) la anomalía negativa de la profundidad de la termoclina, principalmente en el Pacífico Oriental, en los siguientes meses.

La onda Kelvin cálida observada en la zona occidental del Pacífico, podría contribuir a aminorar las anomalías negativas de la profundidad de la termoclina en el Pacífico central y oriental.

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), los valores estimados del ONI (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones frías débiles y frías moderadas para los meses de noviembre y diciembre de 2017, considerando los datos hasta octubre de la fuente ERSSTv4, así como las salidas de ensamble de modelos NMME para octubre – noviembre 2017 (Tablas 3.1.4.1 y 4.2.1). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor estimado del ICEN (ICENtmp), basado en los datos hasta octubre de la fuente OISST.v2, así como las salidas del ensamble de modelos NMME, para noviembre y diciembre es de $-1,21^{\circ}\text{C}$ y $-1,06^{\circ}\text{C}$, indicando condiciones frías moderadas y débiles, respectivamente (Tablas 3.1.4.2 y 4.2.2)

4.2. A mediano plazo (hasta 3 meses)

La proyección de las ondas Kelvin según la simulación del modelo de ondas (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002) durante el mes de noviembre mostró la intensificación de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central reforzó la señal de una onda Kelvin fría (modo 2) que alcanzaría el extremo oriental del Pacífico Ecuatorial entre diciembre de 2017 y enero 2018. Cabe señalar que, además una onda Kelvin cálida generada en noviembre 2017 podría alcanzar las costas de Perú a finales de enero 2018, (Figura 4.2.2).

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), según las agencias internacionales (IRI, octubre 2017), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4) pronostican que las anomalías de la TSM para el verano 2018 indican una condición La Niña débil (Figura 4.2.3). Por otro lado, para el Pacífico Ecuatorial Oriental (región Niño 1+2), según los modelos CFSv2 y NCAR_CCS el ICENOItmp podría alcanzar condiciones frías débiles hasta febrero 2018 (Figura 4.2.4).

4.3. A largo plazo (más de 3 meses)

En general, los pronósticos de los modelos han incrementado sustancialmente la probabilidad de condiciones La Niña en el Pacífico Central de 72% (condiciones iniciales de noviembre) a 98% (condiciones Iniciales de diciembre). El patrón espacial proyectado de TSM (Figura 4.2.5) y de precipitación (Figura 4.2.6) pronosticado es típico de La Niña, con ausencia de calentamiento en el Pacífico sudeste (frente a norte de Chile) y en la costa de Perú como en el 2016. Asimismo, no se prevé mayor lluvia en la banda sur de la ZCIT en el verano/otoño de 2018 tal como se mostró en los pronósticos del año 2016 para este mes. Esto indica pocas probabilidades de que se pueda repetir un evento similar a El Niño costero del año 2017, aunque no se puede descartar un escenario de lluvias en el norte como el de La Niña 2008.

5. CONCLUSIONES

Durante el mes de noviembre, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) y frente a la costa del Perú, los valores de anomalías negativas de TSM continuaron disminuyendo, debido a vientos alisios más intensos de lo normal y la presencia de ondas Kelvin frías. Asimismo, en el litoral peruano, las anomalías de TSM observadas mantuvieron condiciones frías consistentes con el arribo de la onda Kelvin fría y el afloramiento costero con presencia de ACF en todas las estaciones fijas. Por tanto, en promedio, la anomalía mensual a lo largo de la costa persistió ligeramente por debajo de lo normal. Durante el mes, los vientos costeros se mantuvieron débiles, debido a que el APS se mostró anómalamente al sur de la costa chilena.

En la región del Pacífico Central (región Niño 3.4), la anomalía negativa de la TSM continuó incrementando. El ONI de octubre (SON) correspondieron a condiciones Frías Débiles, y el estimado para noviembre sería de condiciones Frías débiles. La ATSM de esta región alcanzó, en promedio, $-1,16^{\circ}\text{C}$. Por otro lado, en el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), el valor del ICEN para octubre de 2017 fue de $-1,44$ (Fría Fuerte) y el ICENtmp para noviembre y diciembre de 2017 es $-1,35$ (Fría Moderada) y $-1,04$ (Fría Débil). Por tanto, considerando que en el mes de setiembre el ICEN tomó valores de condiciones frías moderadas y que el valor estimado del ICEN para noviembre correspondería a condición fría moderada, se ha cumplido la condición del tercer mes consecutivo para asignar la categoría de “La Niña Costera”.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se mantuvo ligeramente al norte de su posición climática para la región Oriental del Pacífico. El inicio del periodo lluvioso trajo consigo precipitaciones ligeras en la sierra y la selva nororiental; las regiones costeras mantuvieron su patrón estacional de lluvias. Los caudales de los ríos de la costa norte del país se mantienen dentro de sus rangos normales, con ligeros ascensos en los ríos Chira y Chancay – Lambayeque. Las reservas hídricas en la costa norte y sur vienen operando en promedio al 63% y 54% de su capacidad hidráulica respectivamente.

Los indicadores reproductivos del stock norte – centro de la anchoveta, mostraron el inicio de la declinación del desove principal de invierno-primavera.

En vista que los principales impactos de El Niño y La Niña suelen darse en la temporada de lluvias, es decir durante el verano, el ENFEN proporciona una estimación de las probabilidades de ocurrencia de los mismos para dicho periodo. Con estas consideraciones, la Comisión Multisectorial ENFEN estima que para el próximo verano (diciembre 2017 - marzo 2018) en el Pacífico Central es más probable condiciones La Niña (75%), seguidas de condiciones neutras (24%); mientras que condiciones para un evento El Niño sólo alcanzan al (1%). Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2) frente a la costa norte del Perú, es más probable la condición neutra (74%) seguida por la condición La Niña (21%). Condiciones para un evento El Niño en esta región alcanza el 5% (Tablas 4.3.1 y 4.3.2).

6. REFERENCIAS

Bentamy, Abderrahim and Croize-Fillon, Denis (2012). Gridded surface wind fields from Metop/ASCAT measurements. *International Journal of Remote Sensing*, 33(6), 1729-1754. doi:10.1080/01431161.2011.600348.

Boulanger, J.-P., and C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, *J. Geophys. Res.*, 100(C12), 25,041–25,059.

Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.

ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2p.

Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004:

Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000.

J. Geophys. Research, 109, C02022, doi: 10.1029/2003jc001771.

Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437–471.

Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippett MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1

Lindzen, R. S., and Nigam, S., 1987: On the role of sea surface temperature gradients in forcing low-level winds and convergence in the tropics, *J. Atmos. Sci.*, 44, 17, 2418-2436.

Mantua, N.J. and S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace, and R.C. Francis 1997: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 1069-1079.

Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.

Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 4-7.

Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Febrero, 1, 2, 8-9.

7. FIGURAS

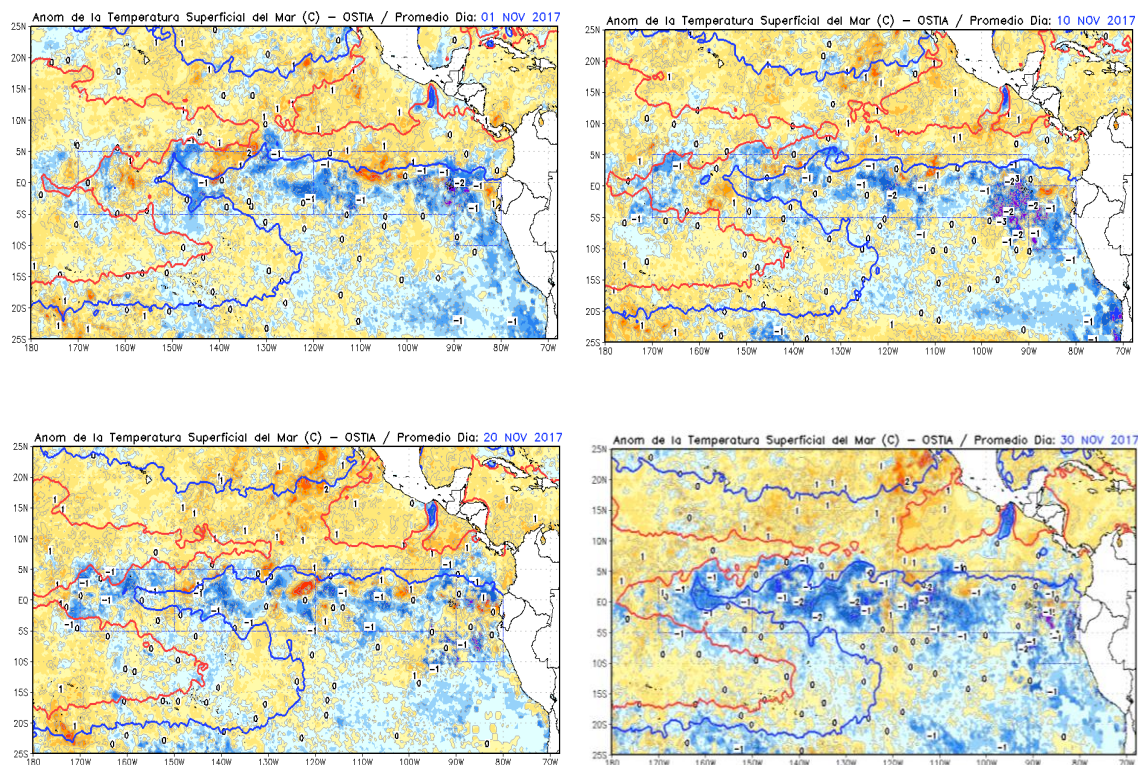


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de noviembre, b) 10 de noviembre, c) 20 de noviembre, y d) 30 de noviembre de 2017. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

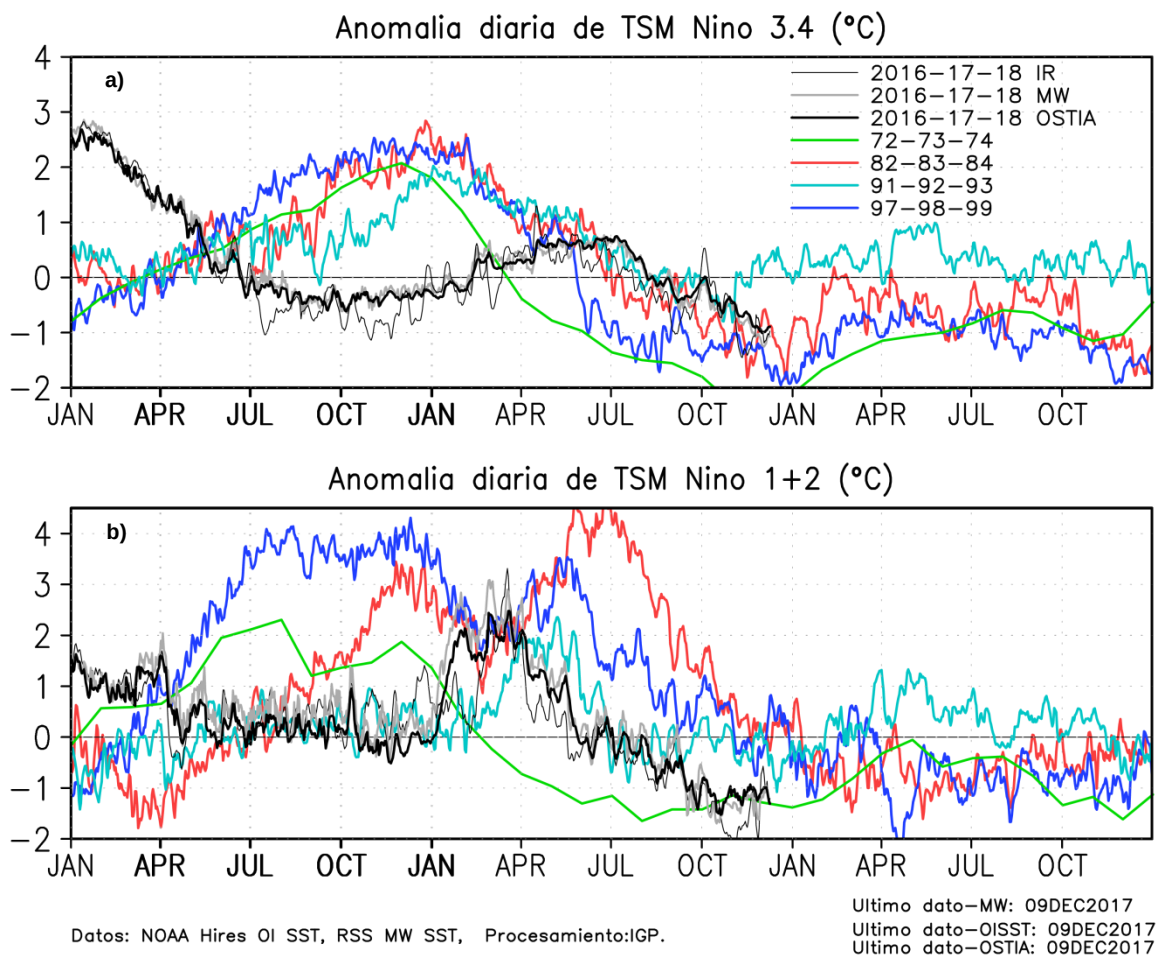


Figura 3.1.1.2. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (a) y en la región Niño 1+2 (b). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color rojo, azul, celeste y verde, indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años de Niña costera 1985, 2007, 2010 y 1988. Elaboración: IGP.

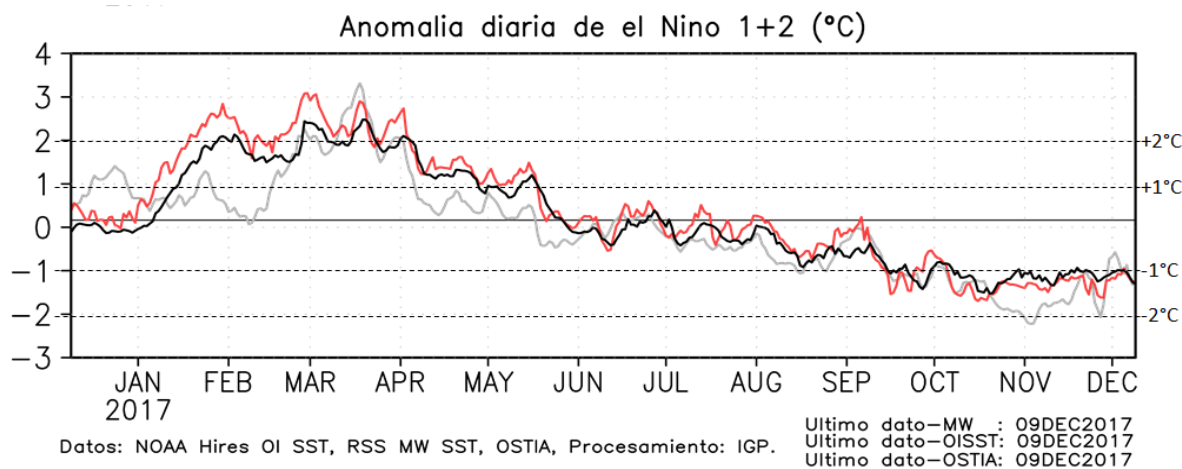


Figura 3.1.1.3. TSM (°C) durante diciembre 2016 al 09 de diciembre de 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microondas en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.

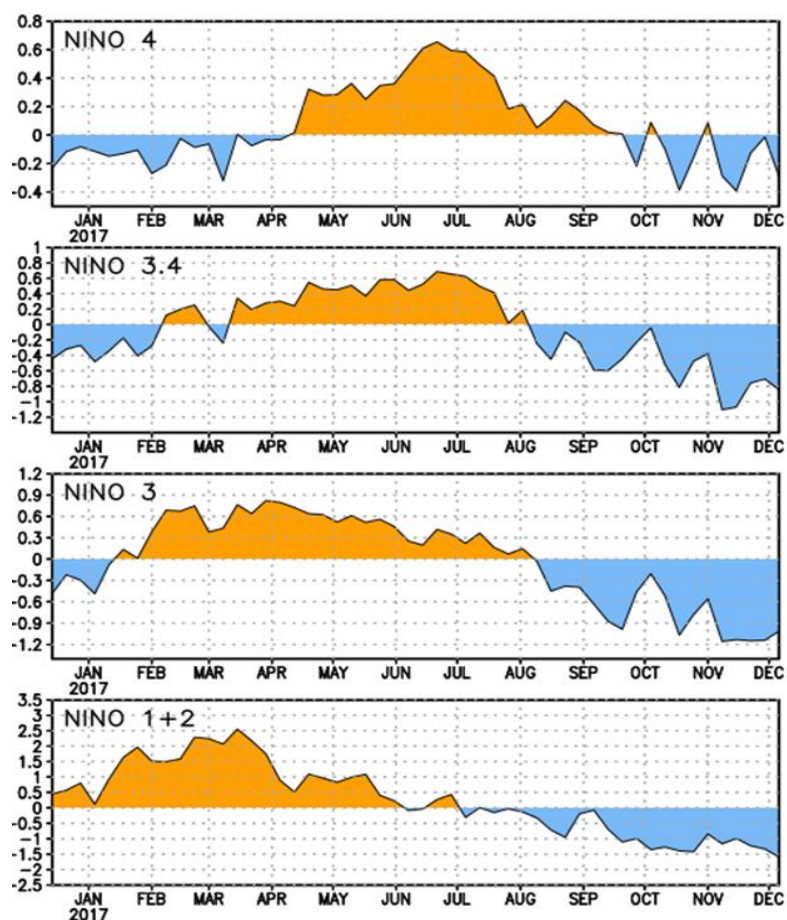


Figura 3.1.1.4. Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de diciembre de 2016 a diciembre de 2017. Fuente: NCEP/NOAA.

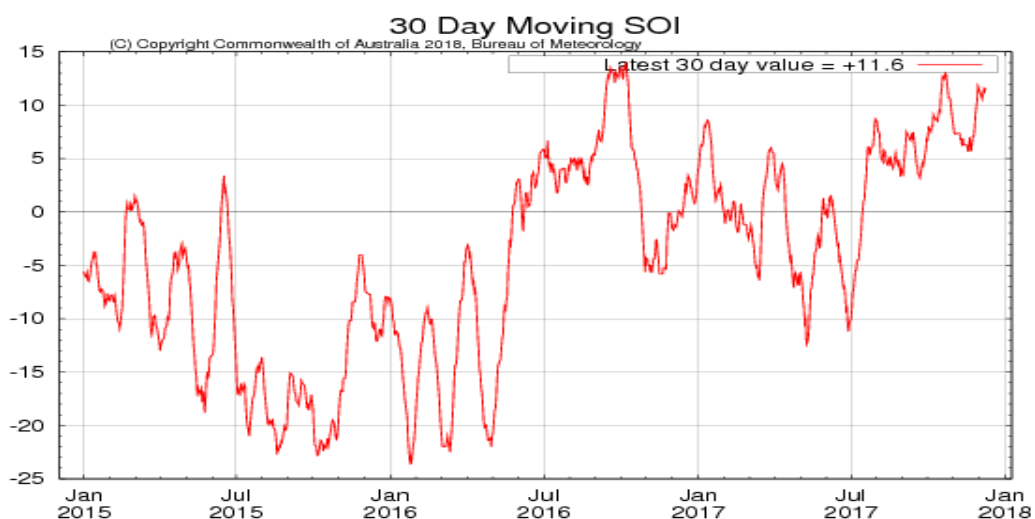
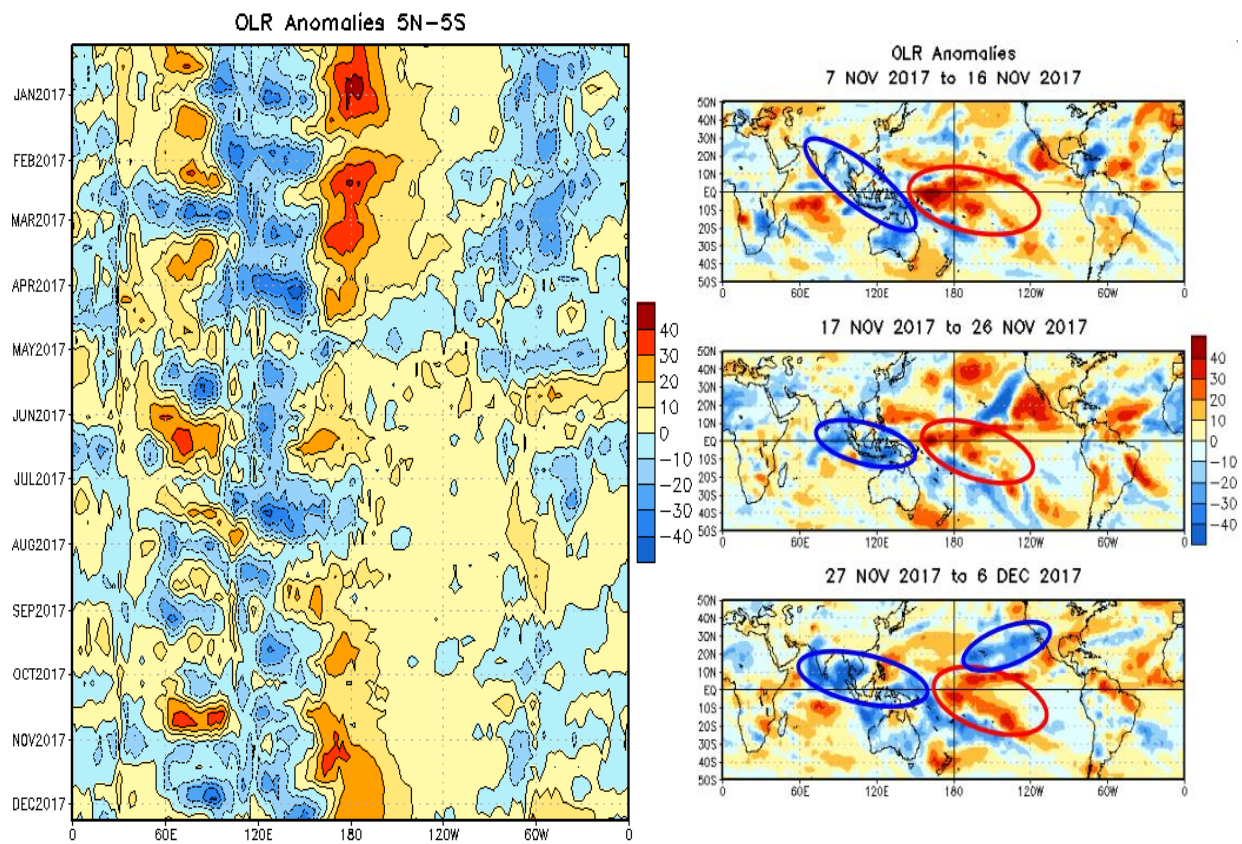


Figura 3.1.1.5. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.



Data updated through 09 DEC 2017

Figura 3.1.1.6. a) Anomalía mensual de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) y b) Anomalías pentadales de OLR para el mes de noviembre de 2017. Datos: NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.

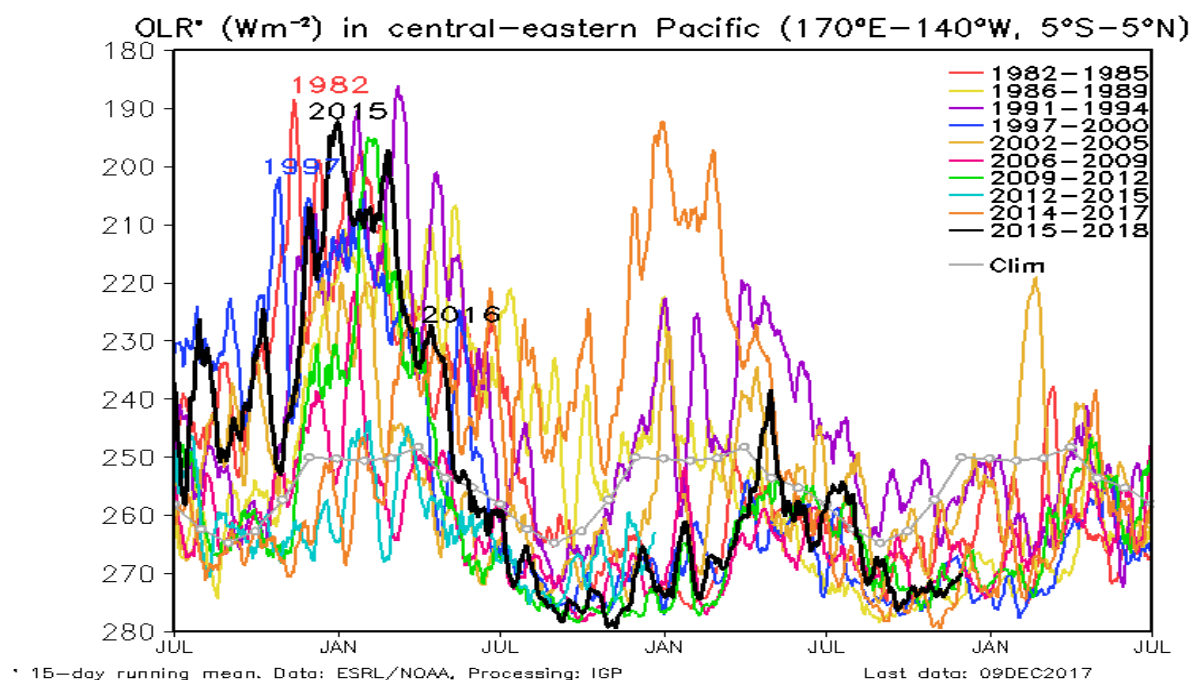


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) en el Pacífico central-oriental (170°W–100°W, 5°S–5°N) desde el mes de julio de 2016 hasta al mes de julio de 2017. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

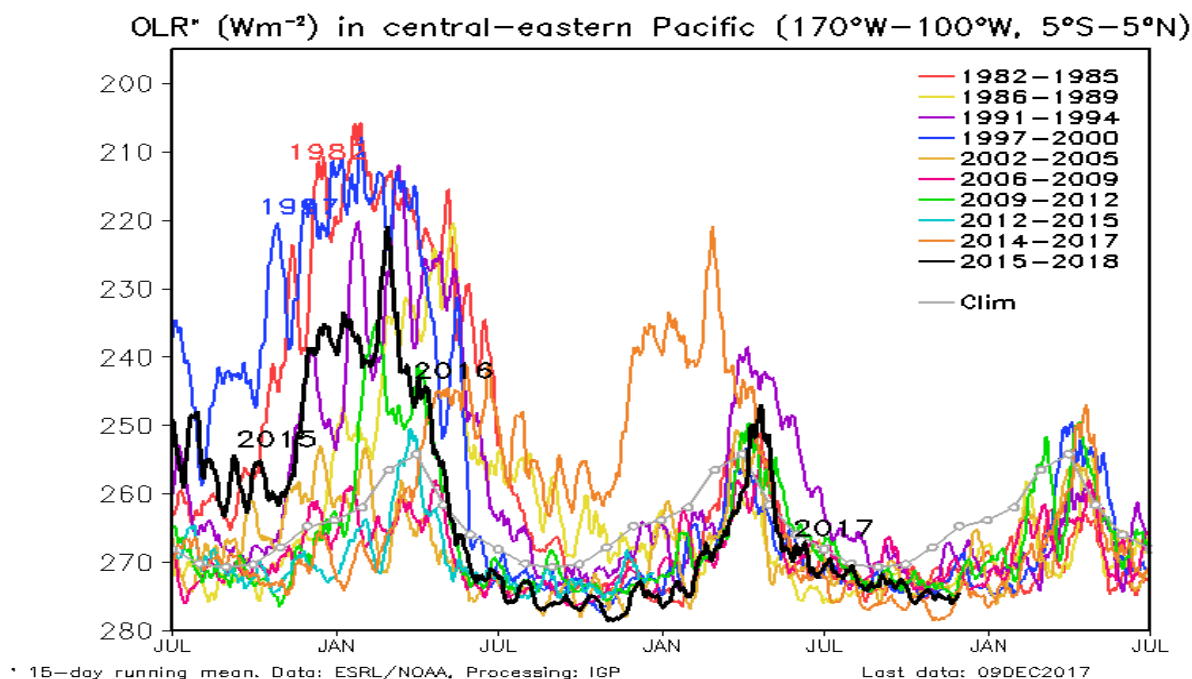


Figura 3.1.1.8. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) en el Pacífico central-oriental (170°W–140°W, 5°S–5°N) desde el mes de julio de 2016 hasta el mes de julio 2017. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

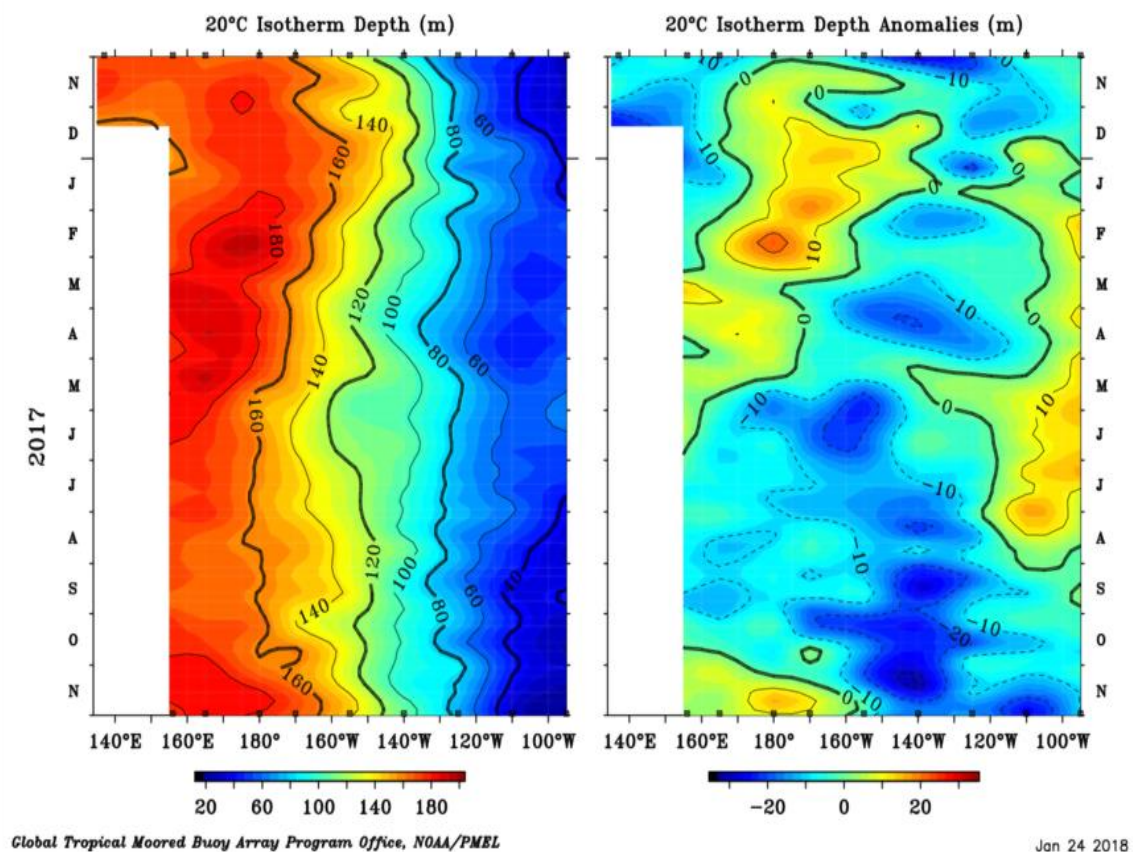


Figura 3.1.1.9. Diagrama longitud-tiempo de (a), profundidad de la isoterma de 20°C y (b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C. Promedio entre 2°N – 2°S, desde noviembre de 2016 a noviembre de 2017 con datos de TAO/TRITON.

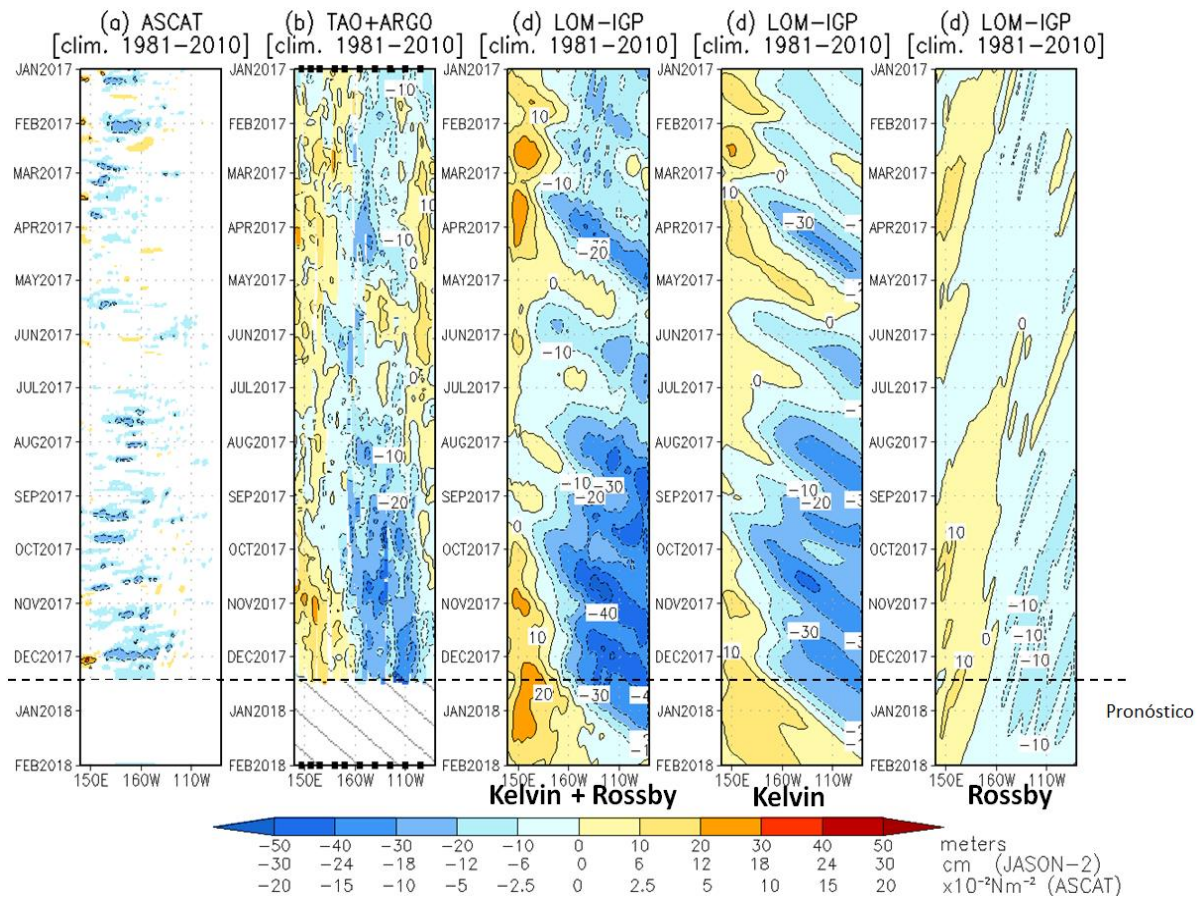


Figura 3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP).

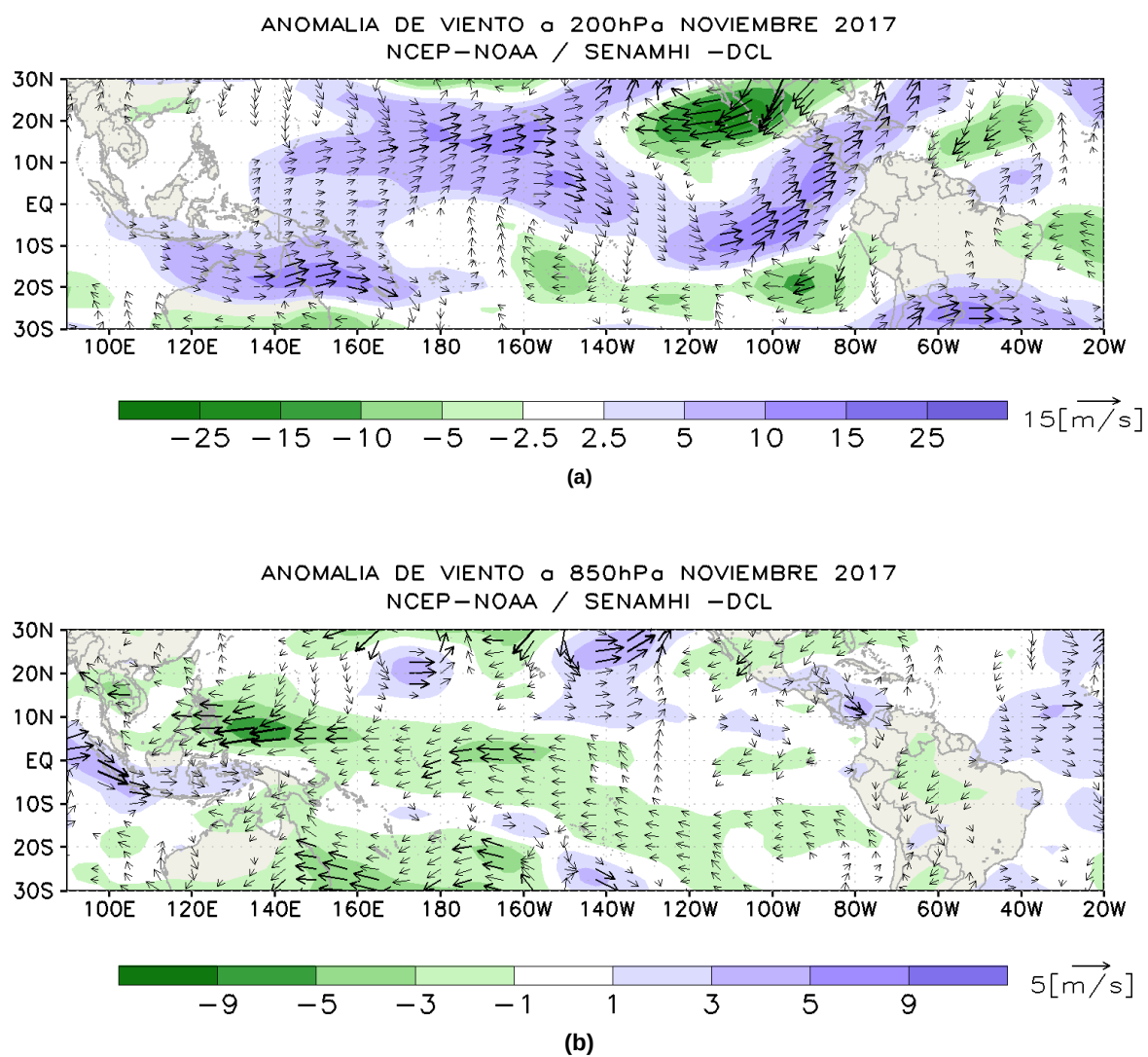


Figura 3.1.1.11. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 850 hPa para el mes de noviembre del 2017. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.

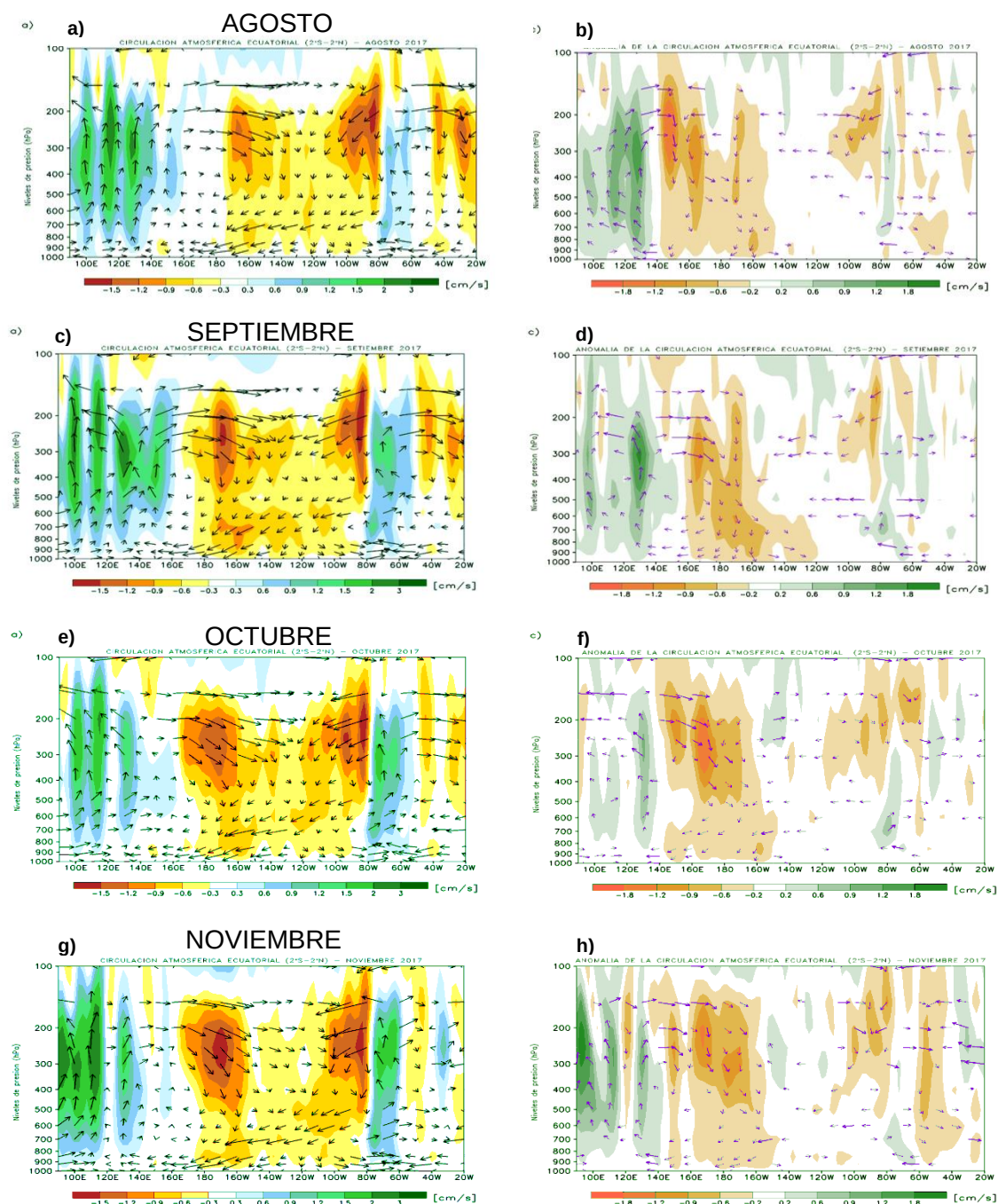


Figura 3.1.1.12. Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de agosto (a y b); septiembre (c y d), octubre (e y f), y noviembre (g y h) del 2017, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

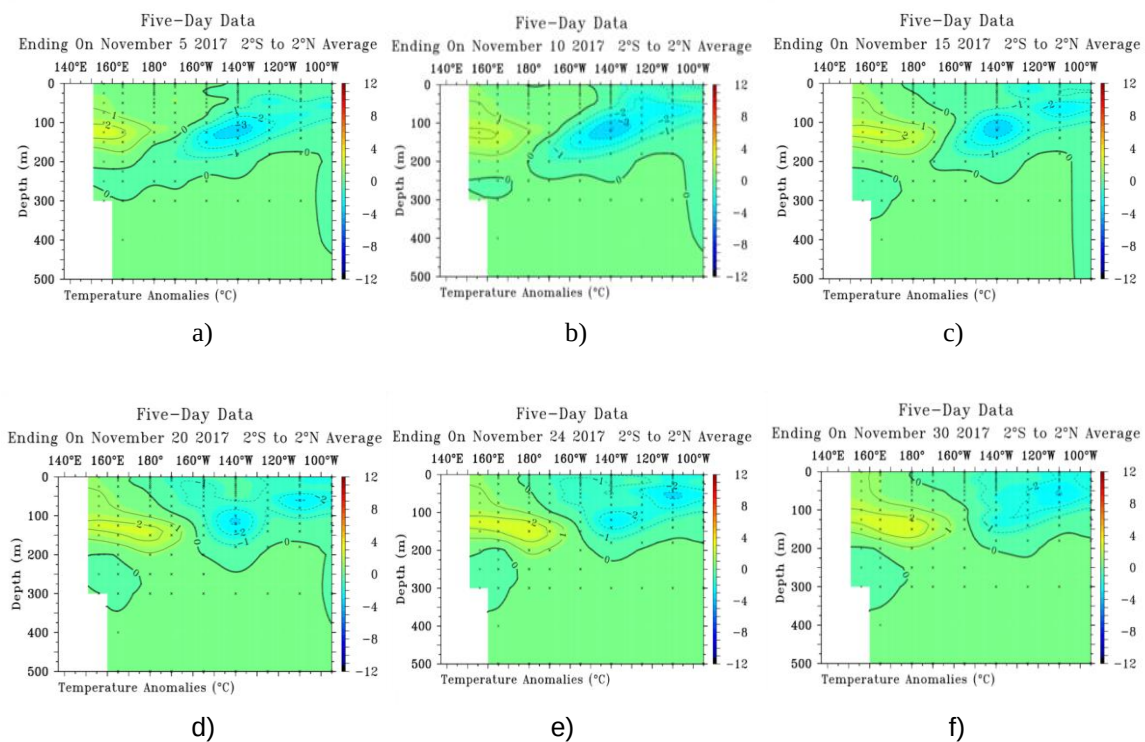


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 5 de noviembre, b) 10 de noviembre, c) 15 de noviembre, d) 20 de noviembre, e) 25 de noviembre y f) 30 de noviembre de 2017. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

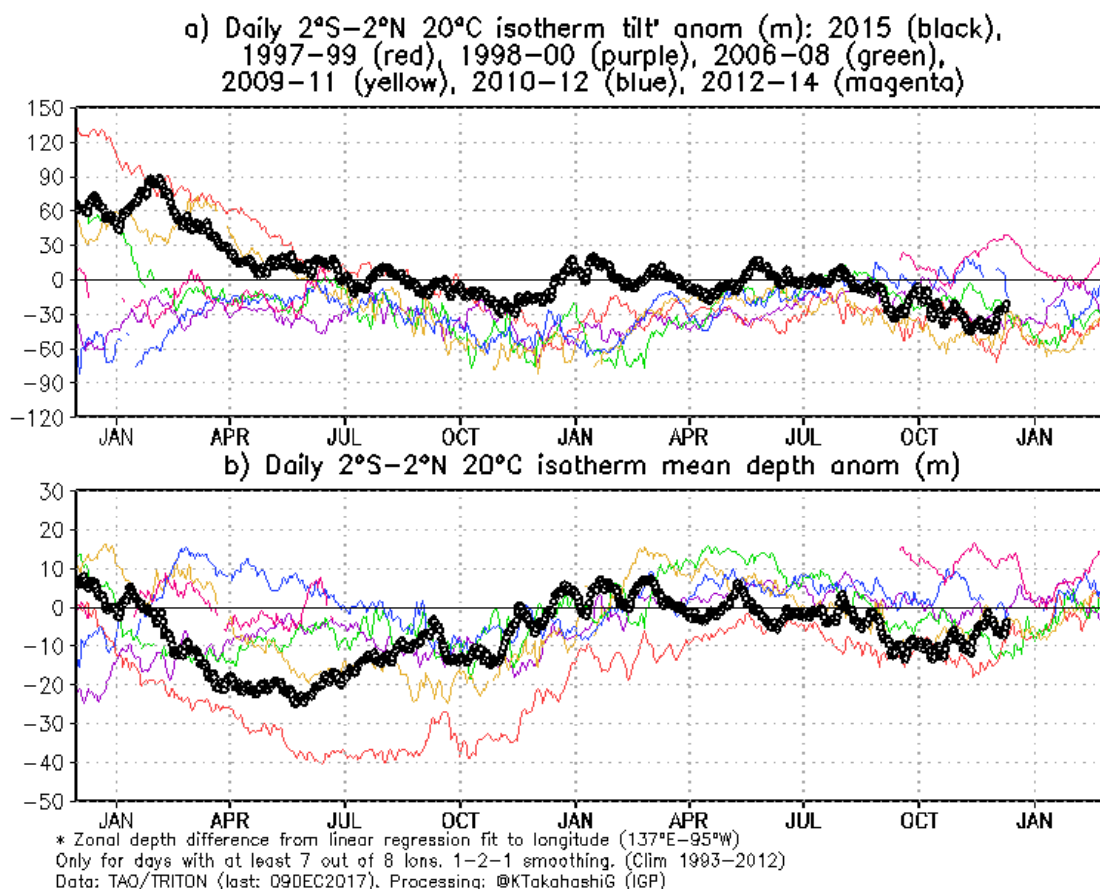


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP.

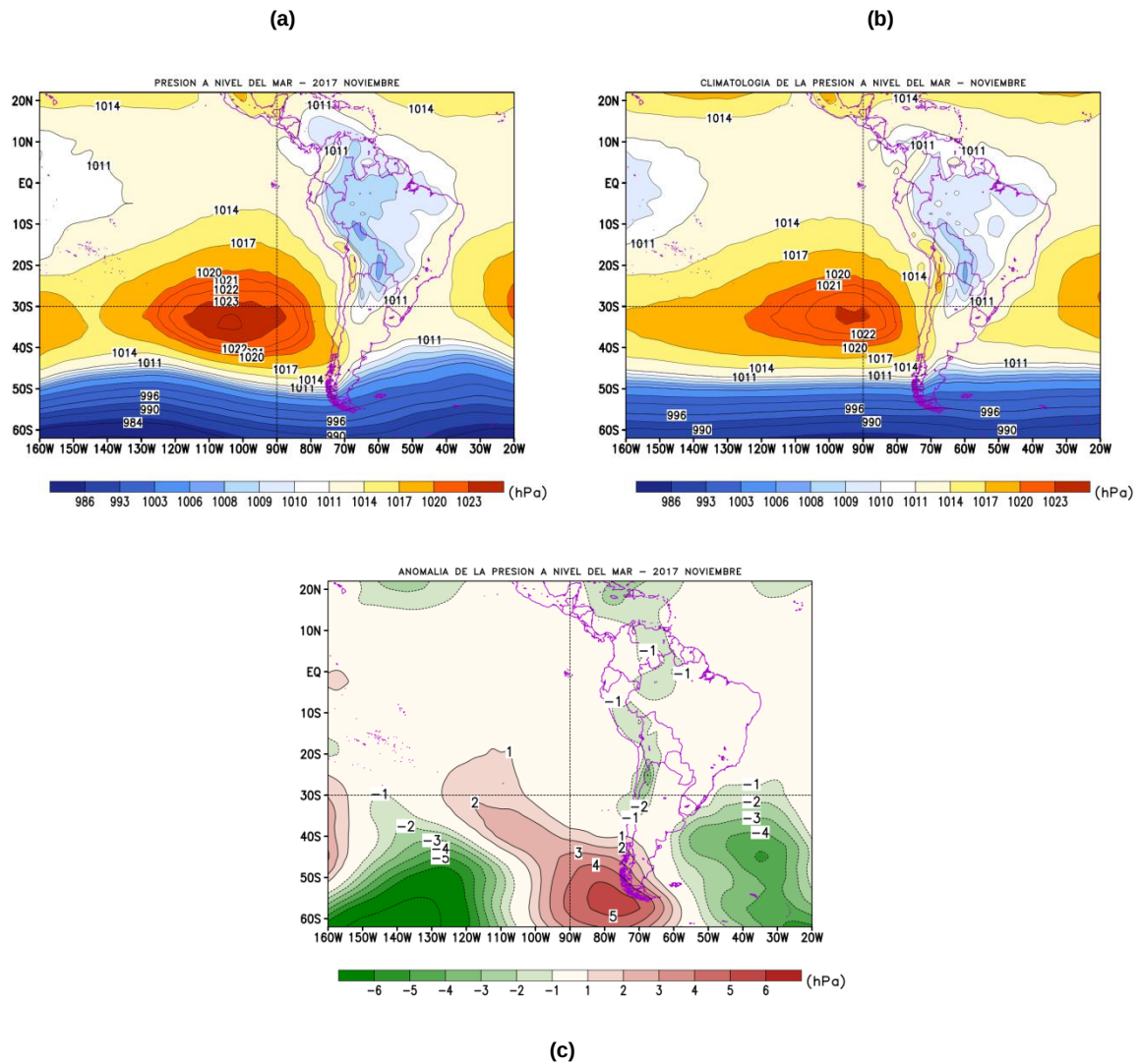


Figura 3.2.1.1. Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el mes de noviembre. **Superior Izquierda:** Promedio mensual de la Presión a nivel del mar; **Superior Derecha:** Distribución climatológica de la presión a nivel medio del mar durante el mes de noviembre; **Inferior:** Anomalía estandarizada de la Presión a nivel del mar en el mes de noviembre. Procesamiento: SENAMHI-SPC.

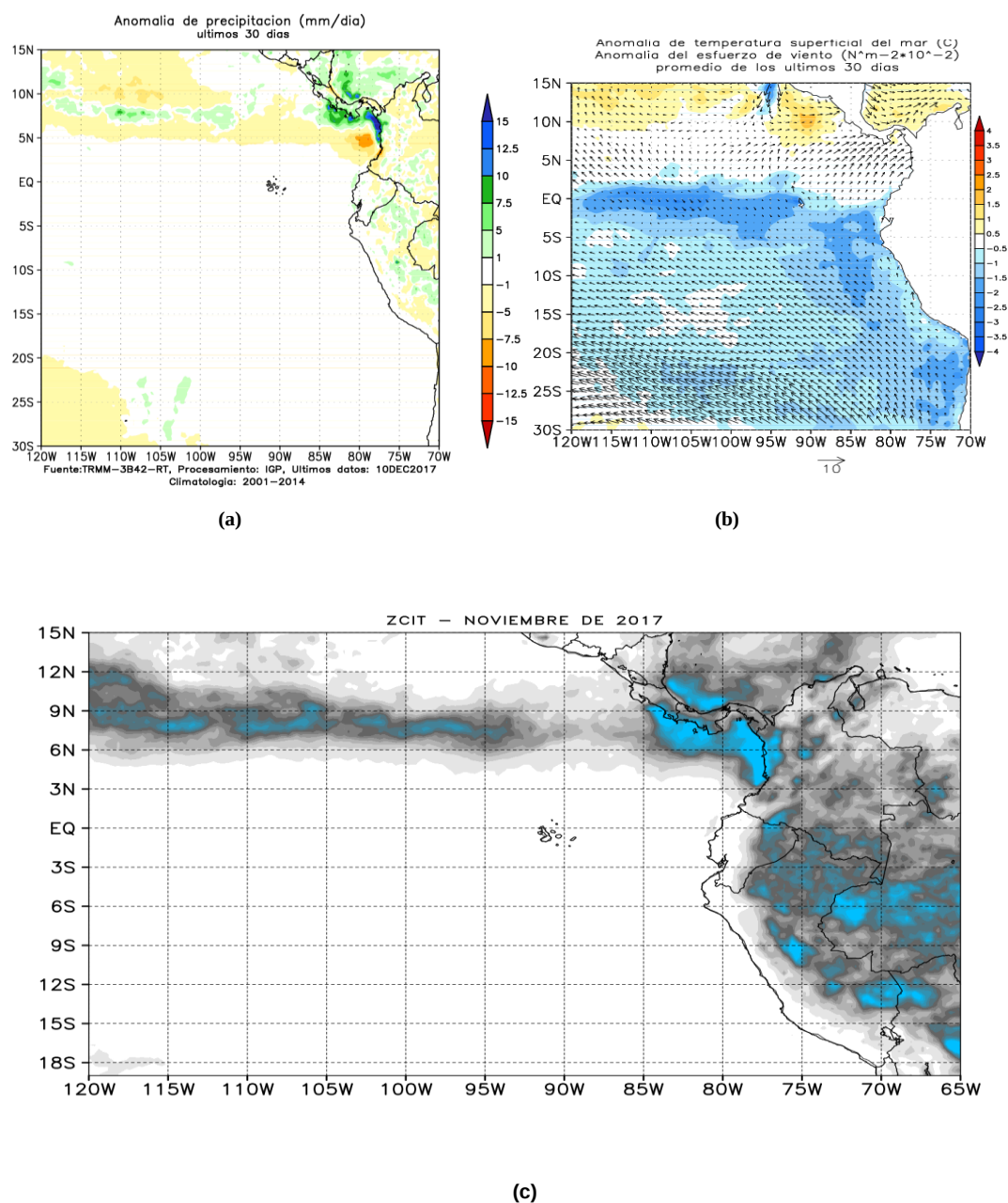


Figura 3.2.1.2. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de noviembre, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, y c) Ubicación espacial de la ZCIT durante noviembre basado en la precipitación acumulada (mm/mes) estimada por satélite. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifrermer, GFS – NOAA / Procesamiento IGP/SENAMHI-SPC.

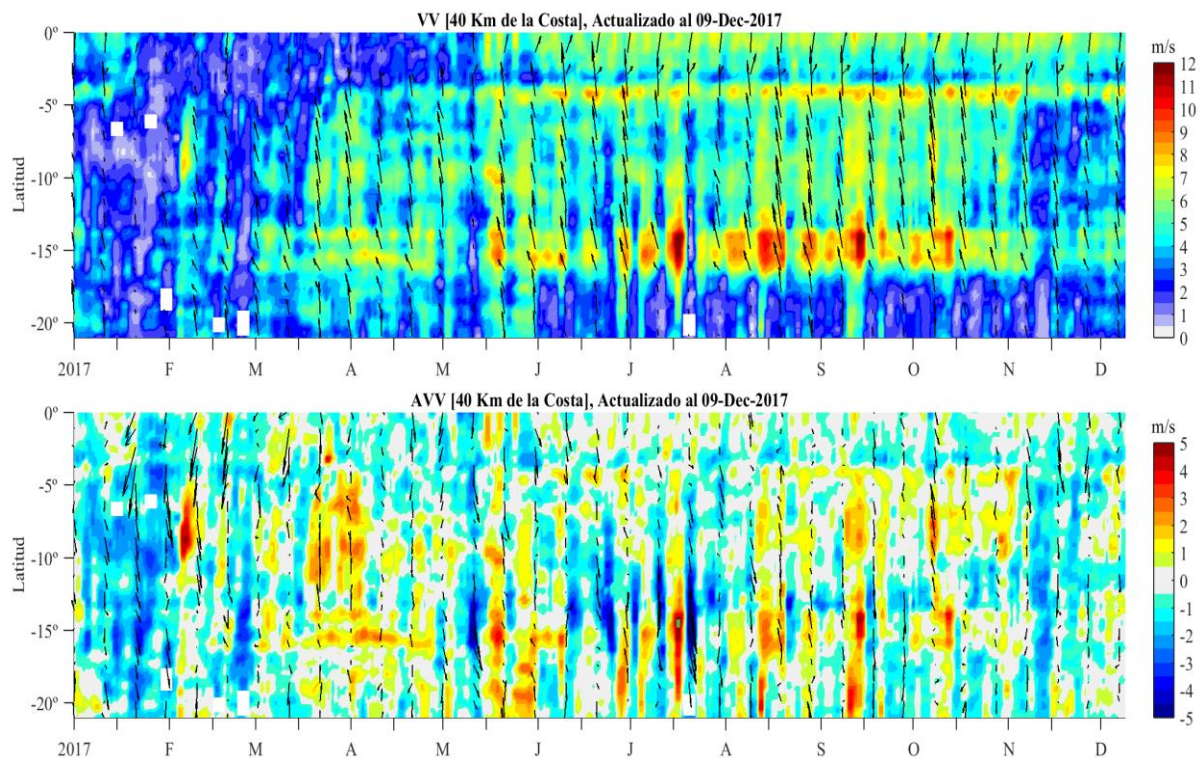


Figura 3.2.1.3. (Arriba) Velocidad del viento (m/s) y (Abajo) Anomalía del viento (m/s) desde enero hasta diciembre del 2017. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.

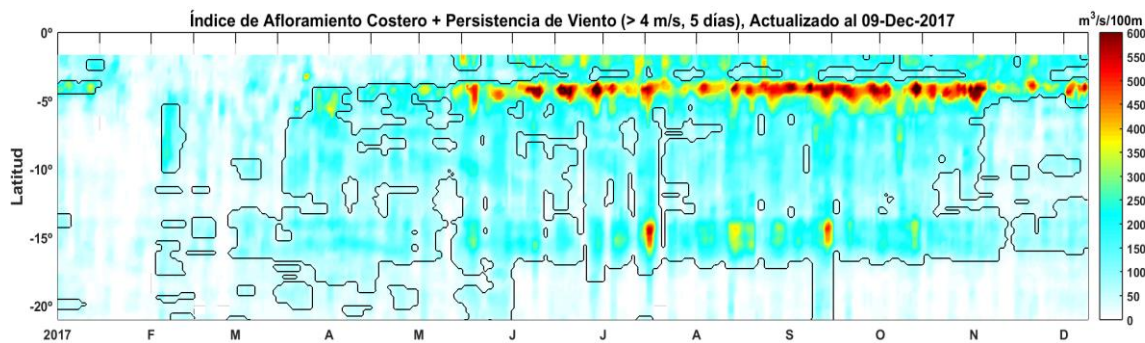


Figura 3.2.1.4. Índice de Afloramiento Costero (a partir del viento diario satelital a 40 Km frente a la costa del Perú). Las líneas encierran los períodos en los cuales persistió viento con componente sur ($vv > 4$ m/s) al menos 05 días consecutivos. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

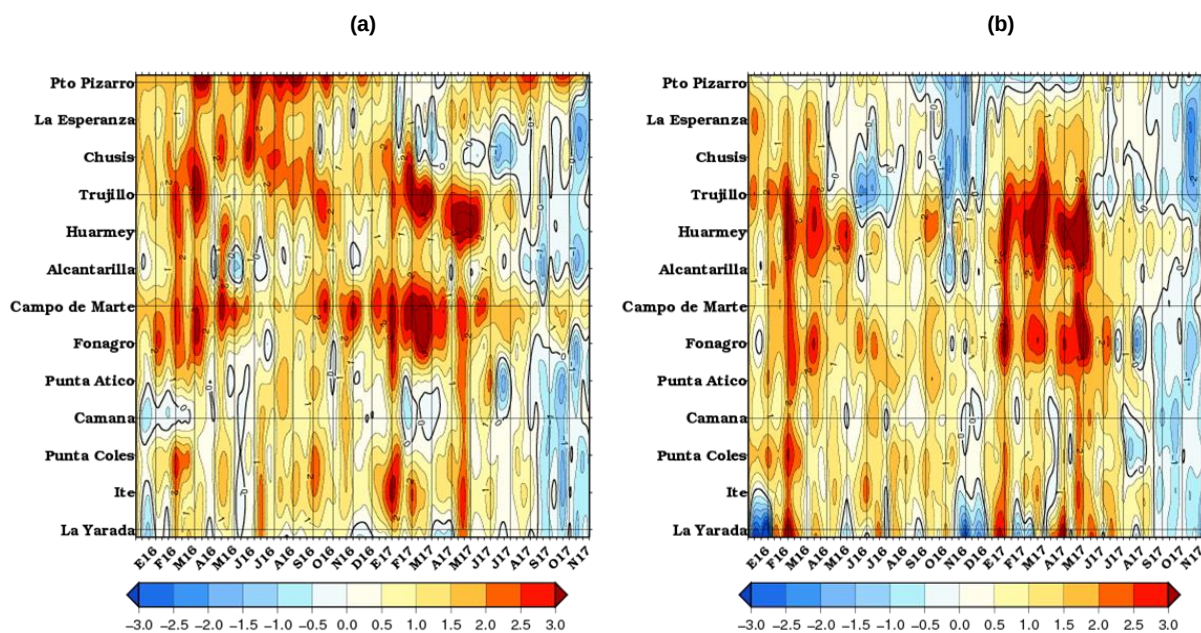


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2016 a noviembre del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

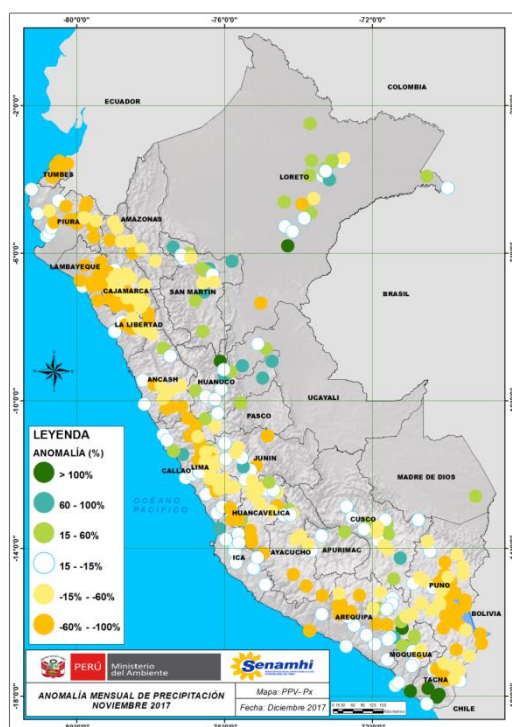


Figura 3.2.3.1. Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para noviembre 2017, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.

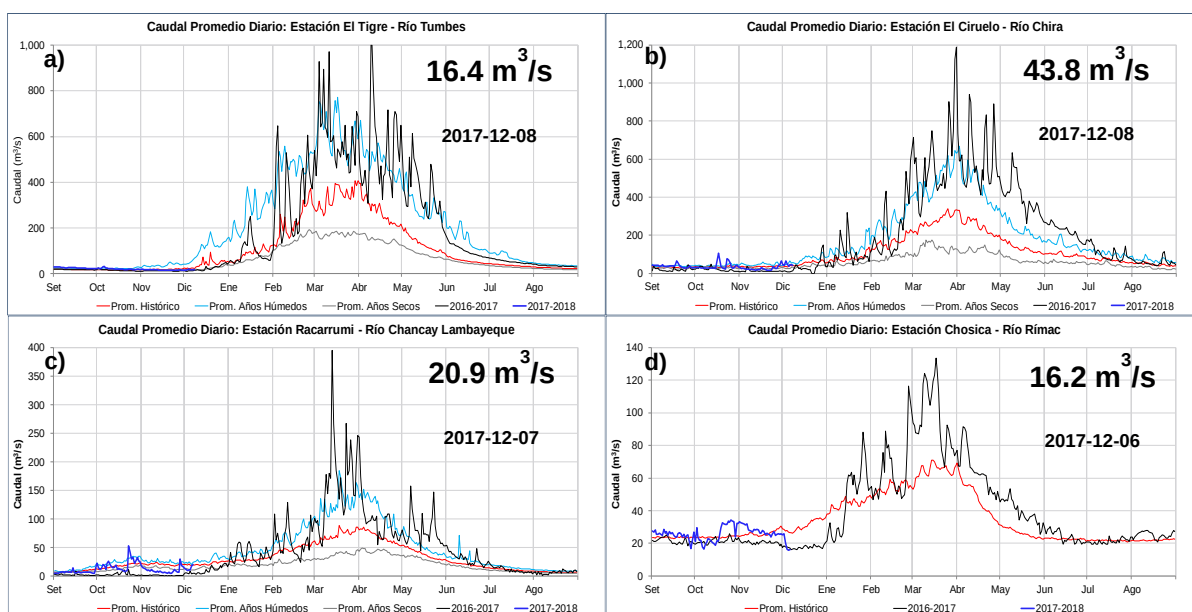


Figura 3.2.3.2. Series de tiempo actualizados a fines de noviembre del 2017, de los caudales diarios (m³/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre a Setiembre: a) Tumbes, b) Chira, c) Lambayeque, d) Rimac, e) Majes de la vertiente del Pacífico; y f) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015 2016, rojas: Promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA.

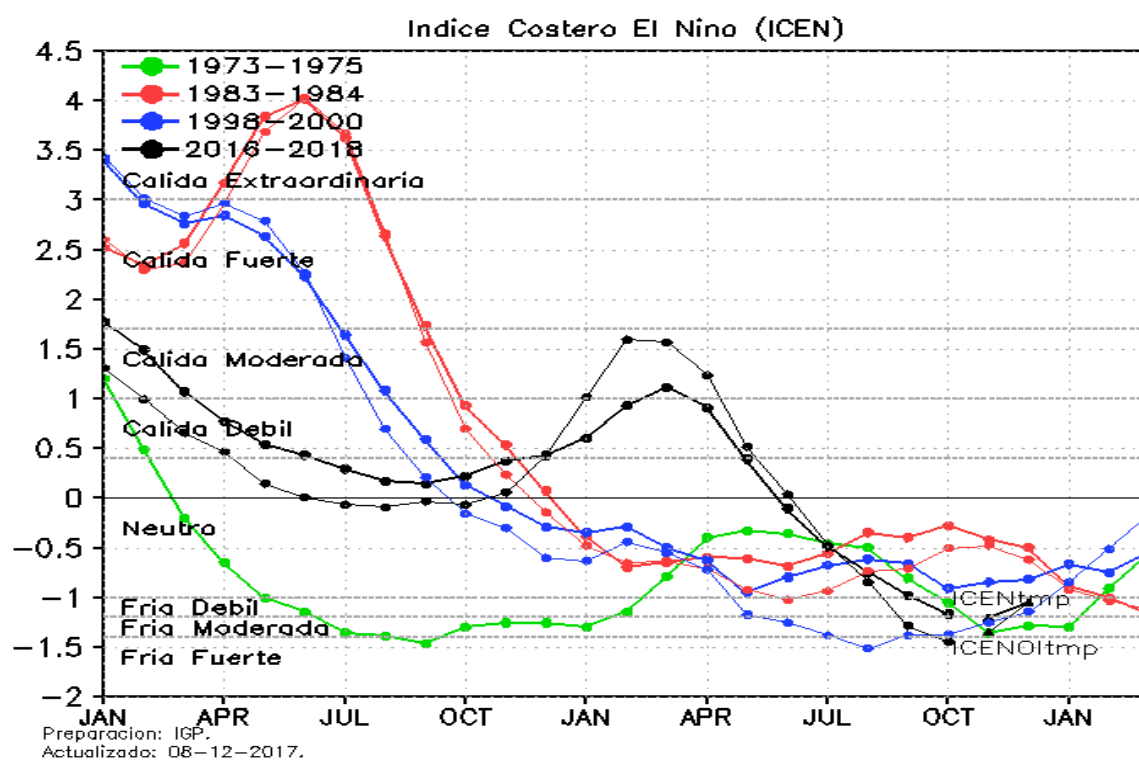
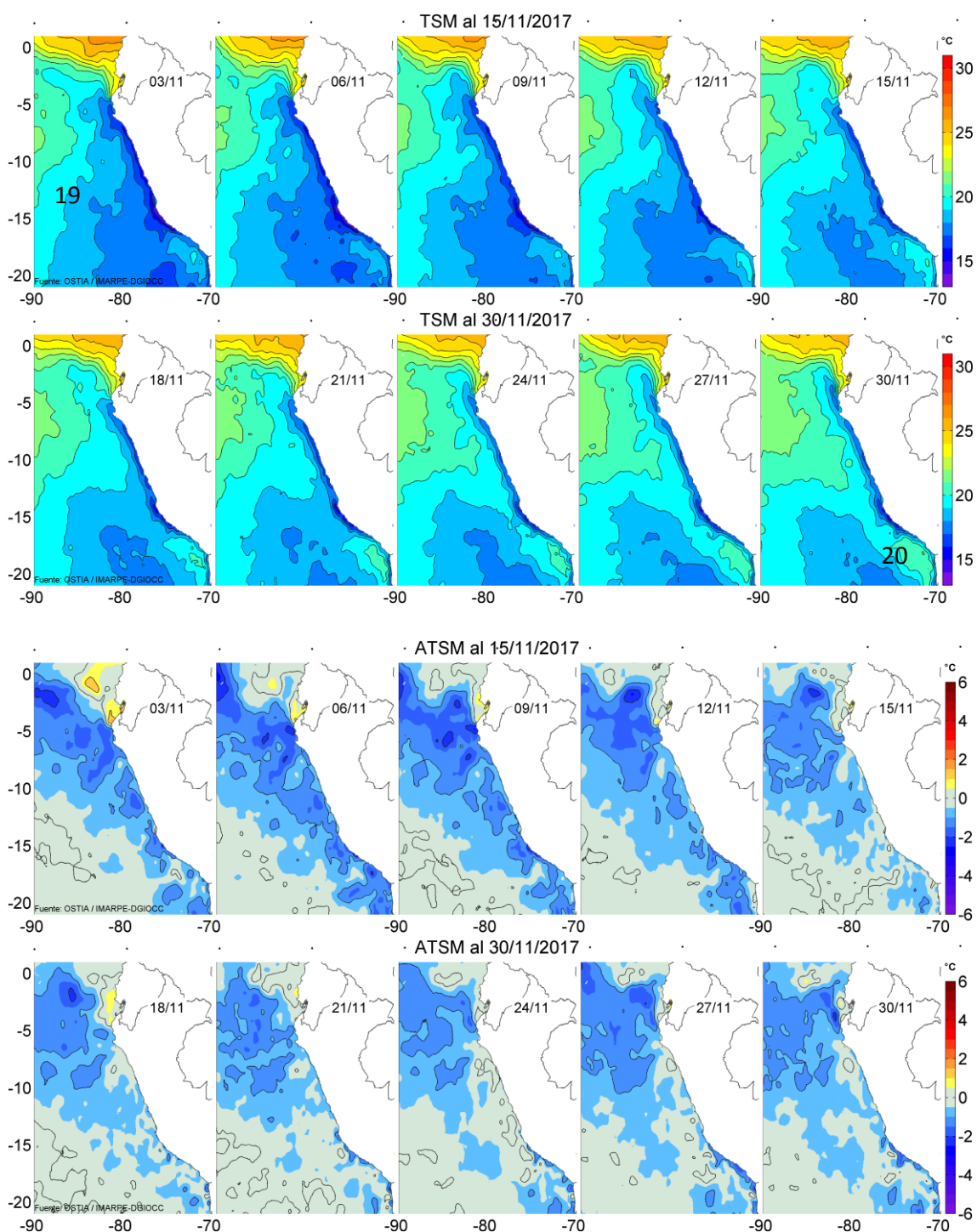
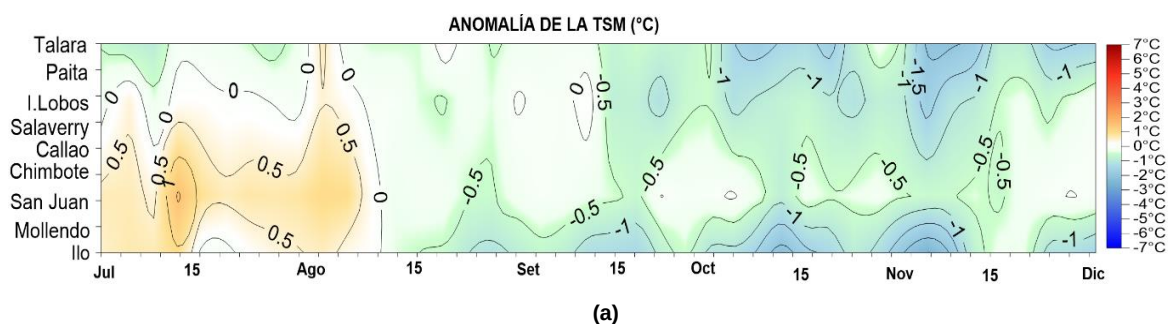
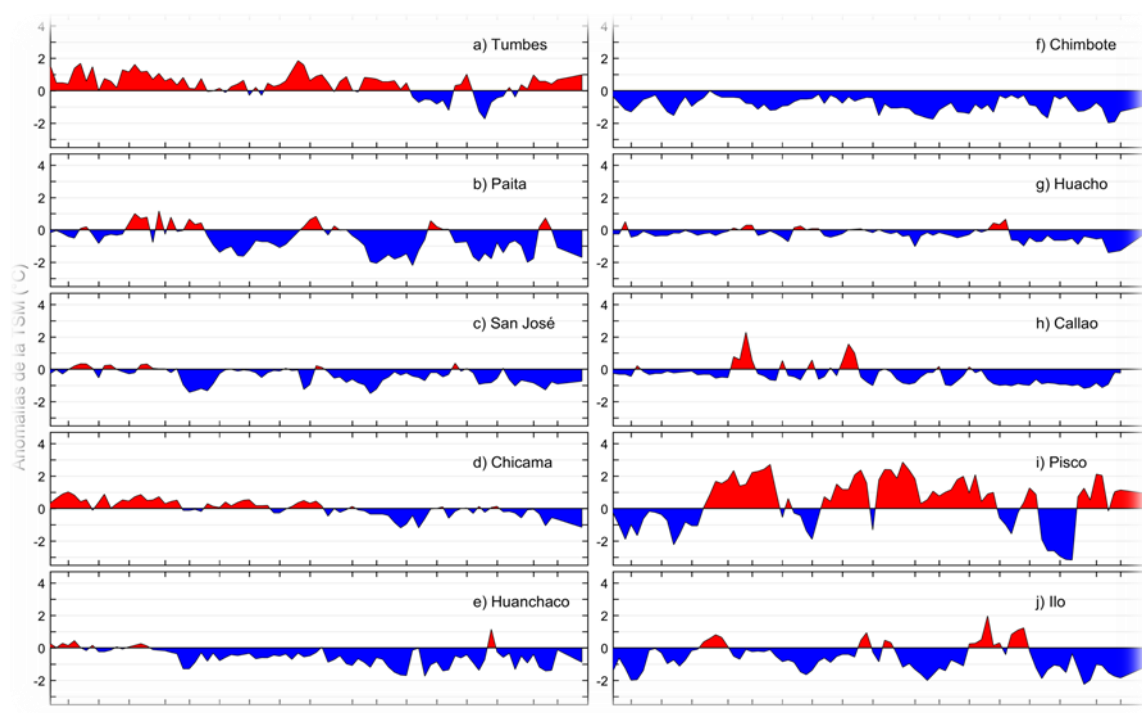


Figura 3.2.4.1. Variabilidad temporal ICEN para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016-2017 (negro). Fuente IGP.



Anomalías de la temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días para noviembre de 2017. Datos: UKMO/OSTIA. Procesamiento: IMARPE.

Figura 3.2.4.2. Temperatura superficial del mar y anomalías en (°C) cada tres días durante noviembre del 2017. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE.



Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

Figura 3.2.4.3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta noviembre del 2017; a) Diagrama Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, b) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.

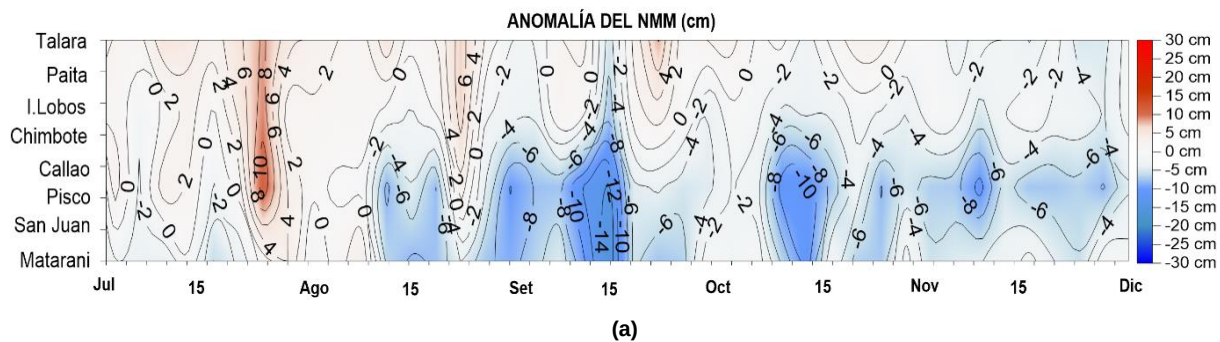
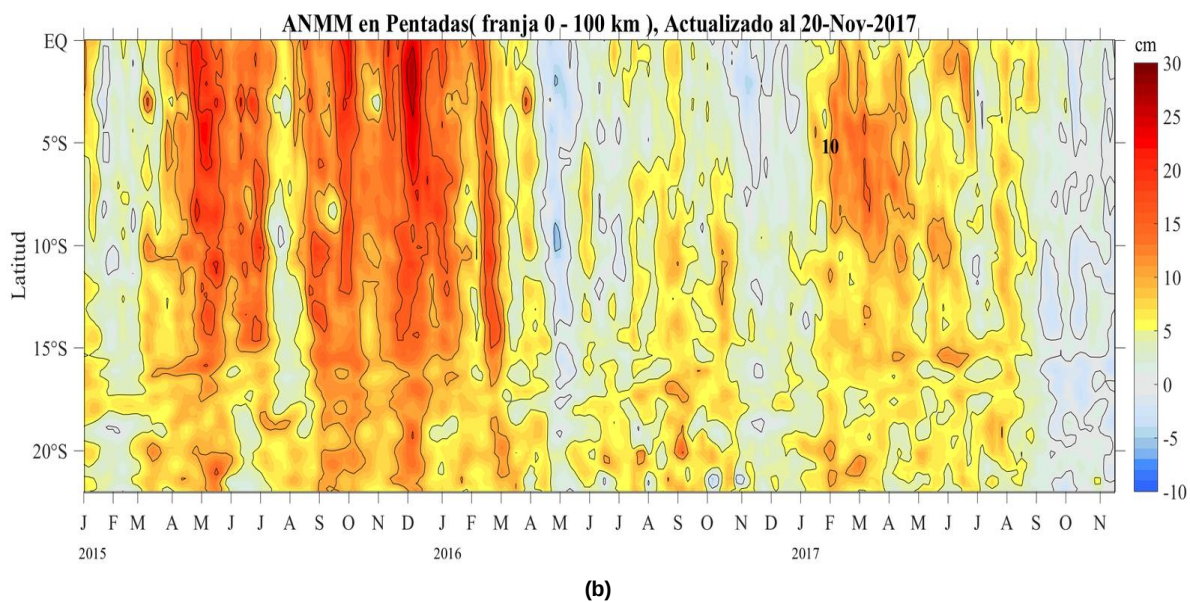
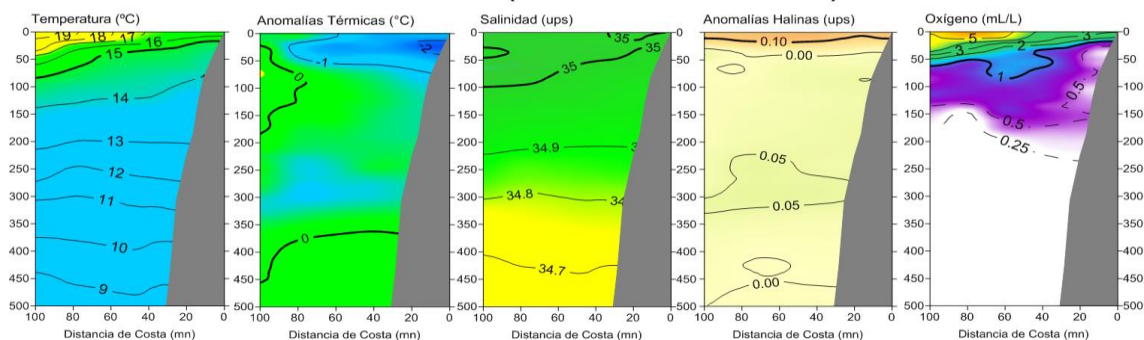


Figura 3.2.4.4. Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a noviembre del 2017, a) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN y b) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2017; Fuente AVISO – IMARPE.

SECCIÓN PAITA (27-28 noviembre del 2017)



SECCIÓN PAITA (24-25 octubre del 2017)

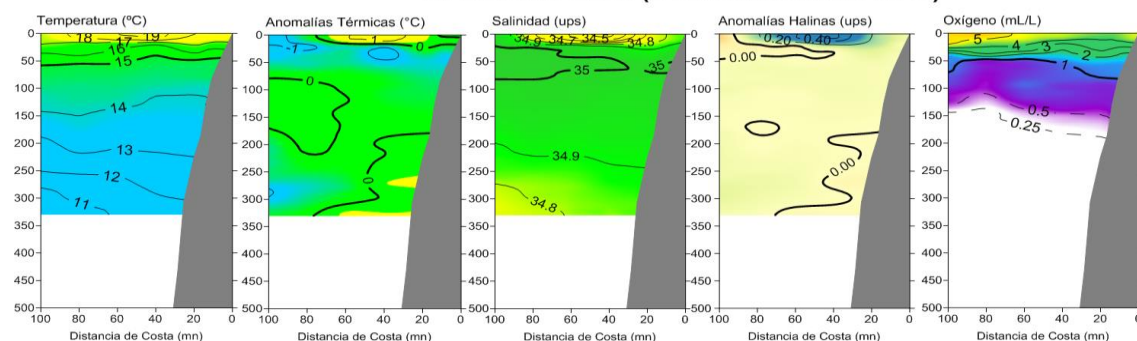
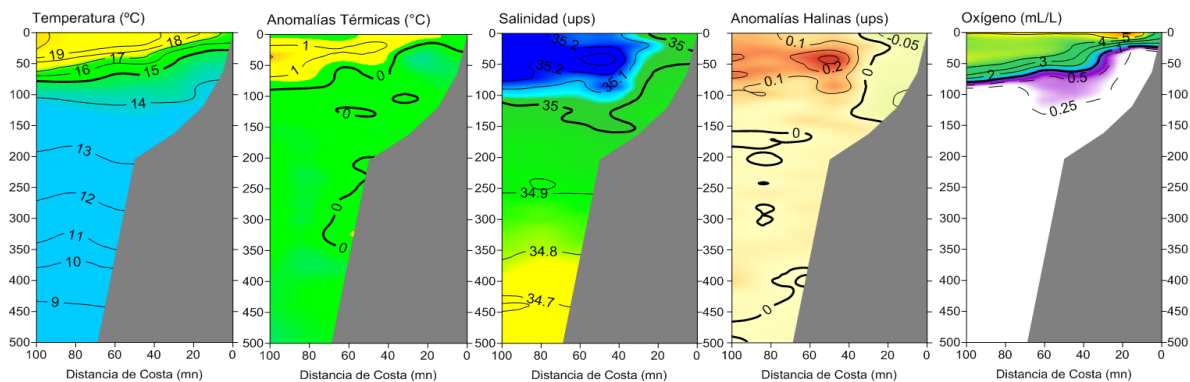


Figura 3.2.5.1 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups); e) oxígeno (mL/L), frente a Paíta, realizada durante el 24 – 25 de octubre y 27 – 28 noviembre del 2017. Fuente: IMARPE.

SECCIÓN CHICAMA (25-26 de noviembre del 2017)



CR. PELAGICO 170910 BIC HUMBOLDT SECCIÓN CHICAMA (06-07 OCTUBRE 2017)

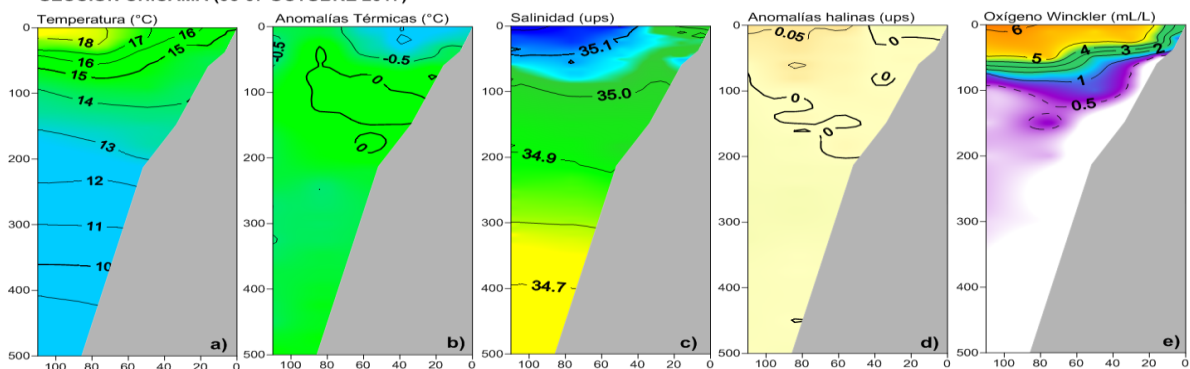


Figura 3.2.5.2 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) e) oxígeno (mL/L), frente a Chicama, realizada durante el 06 – 07 de octubre y 25 – 26 noviembre del 2017. Fuente: IMARPE.

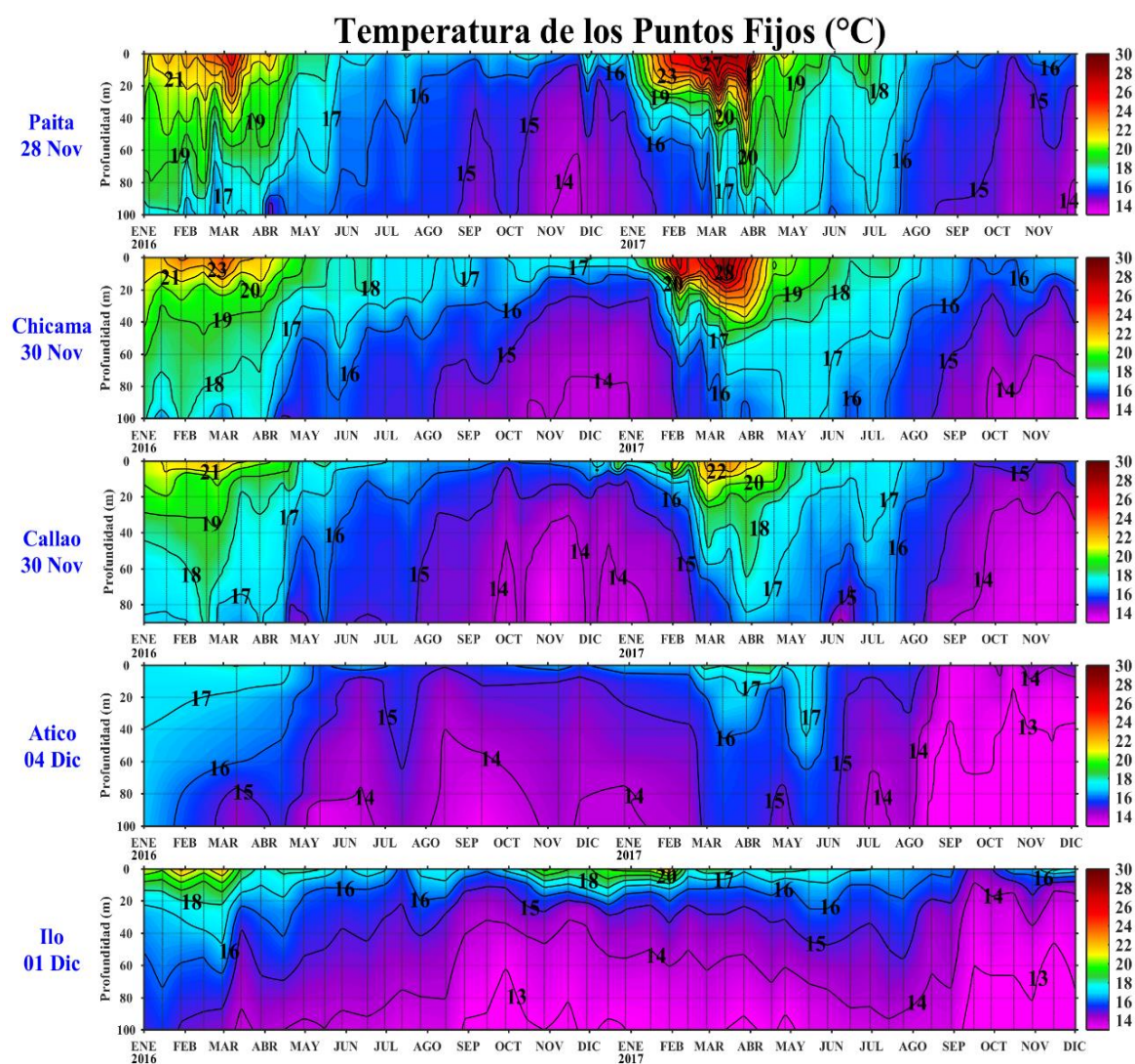


Figura 3.2.5.3. Series de tiempo de la estructura térmica en las estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico, e Ilo desde enero de 2016 a noviembre de 2017. Climatología: 1994 – 2010. Fuente: LHFM/DGIOCC/IMARPE.

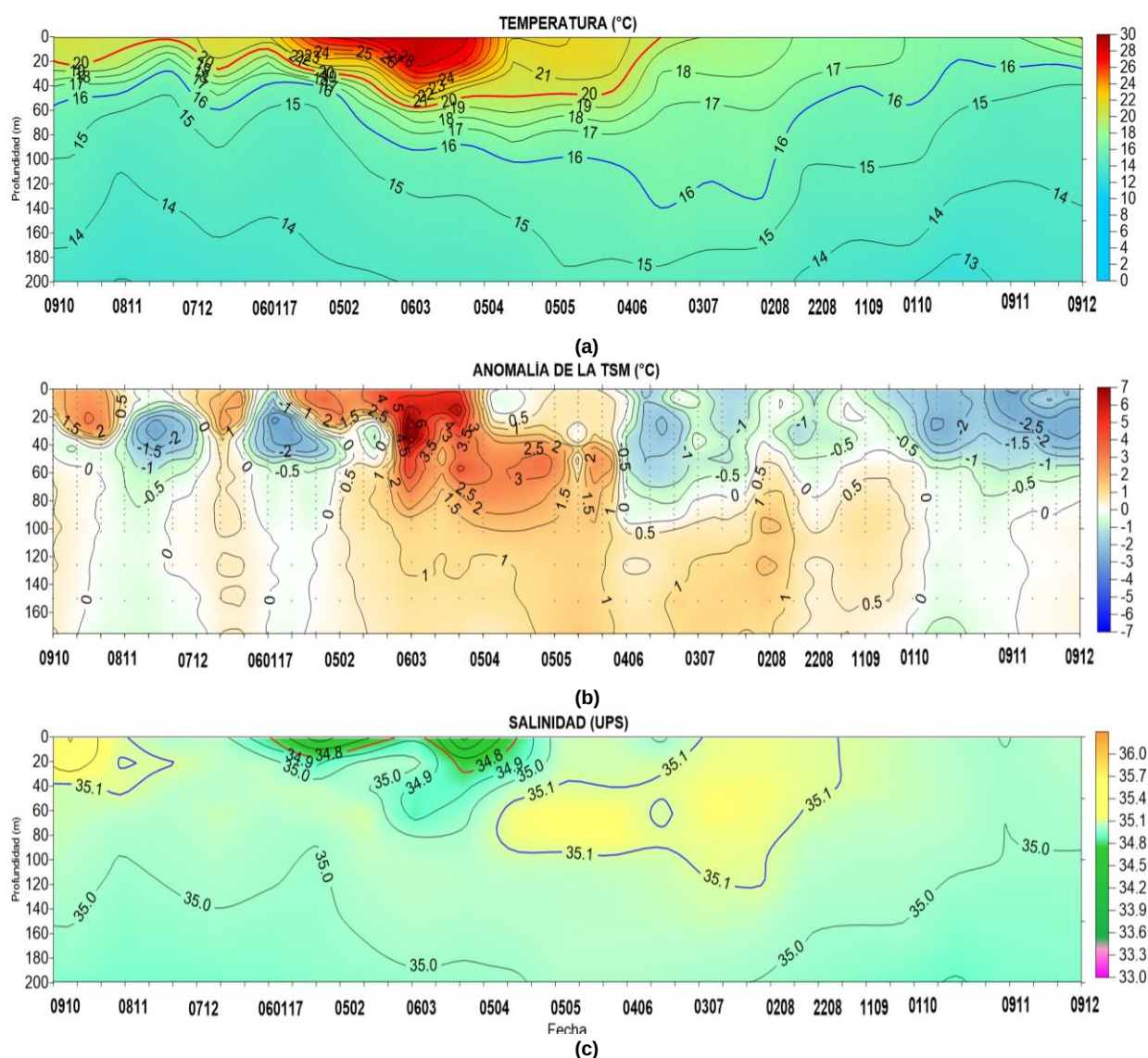


Figura 3.2.5.4. Diagrama de Hovmöller de la estructura térmica en los puntos fijos: a) 85°W y 2°S y b) 90millas de Paíta hasta los 200 m de profundidad, desde octubre de 2016 hasta noviembre de 2017. El gráfico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.

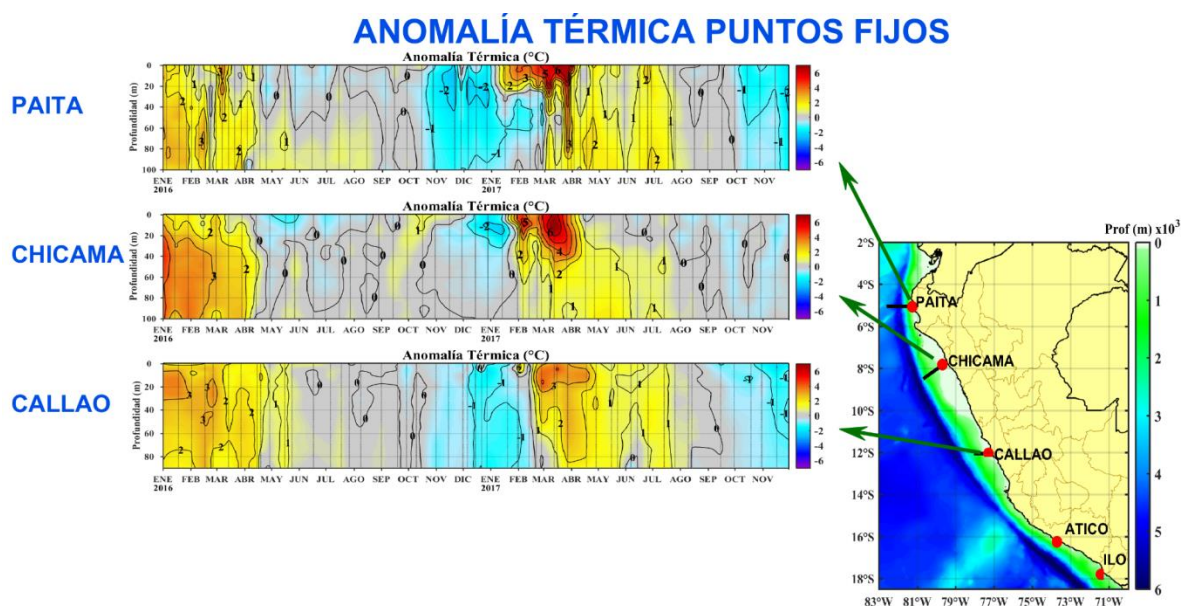


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo serie de anomalía térmica usando datos Argo y climatología GODAS (1993-2015) en la zona ecuatorial (a – c) y anomalía térmica de la estación fija de Paita entre enero de 2016 y noviembre de 2017. Fuente: IMARPE.

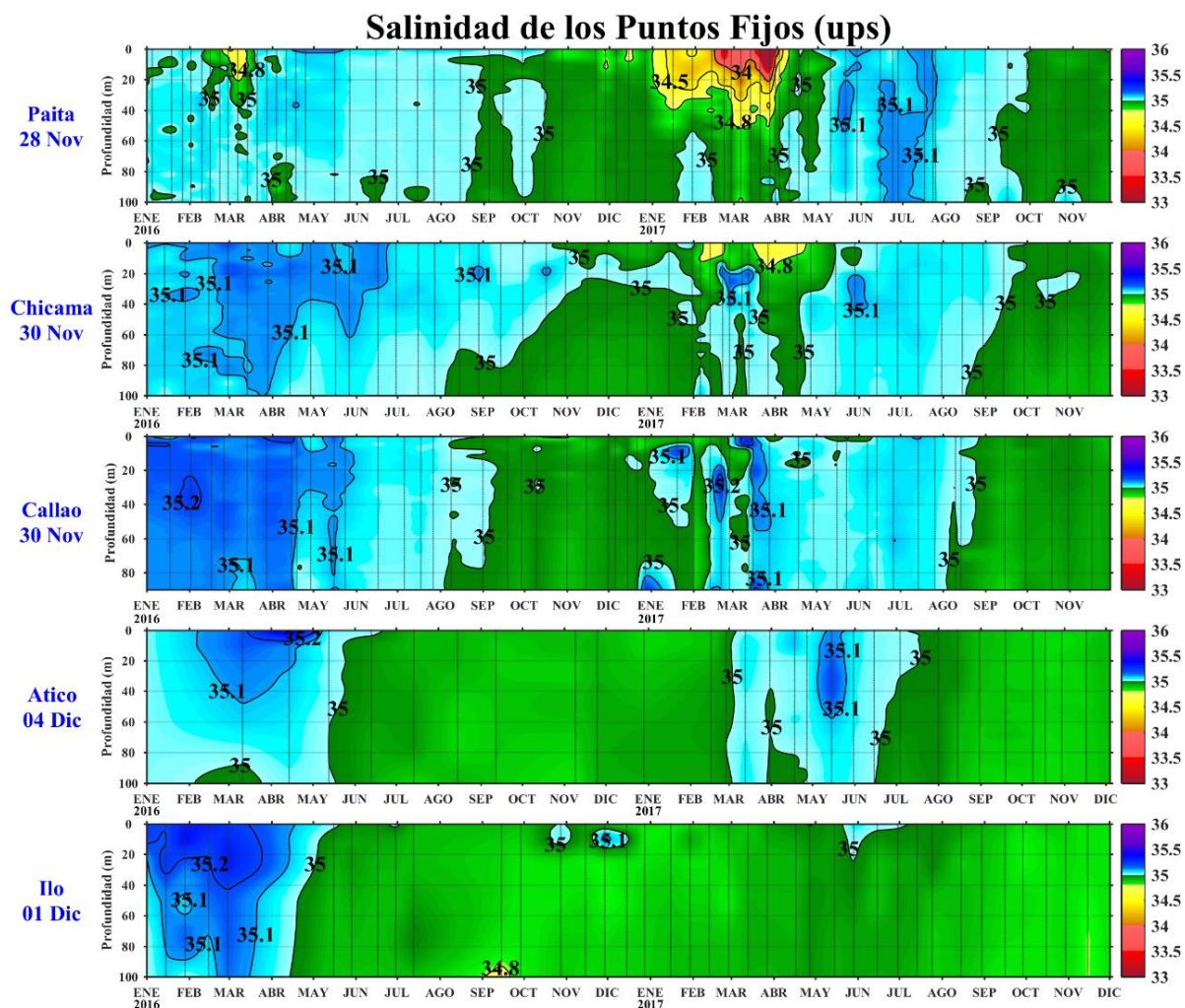


Figura 3.2.5.6. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (UPS) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo entre enero del 2016 y noviembre del 2017. Fuente: IMARPE.

OXÍGENO PUNTOS FIJOS

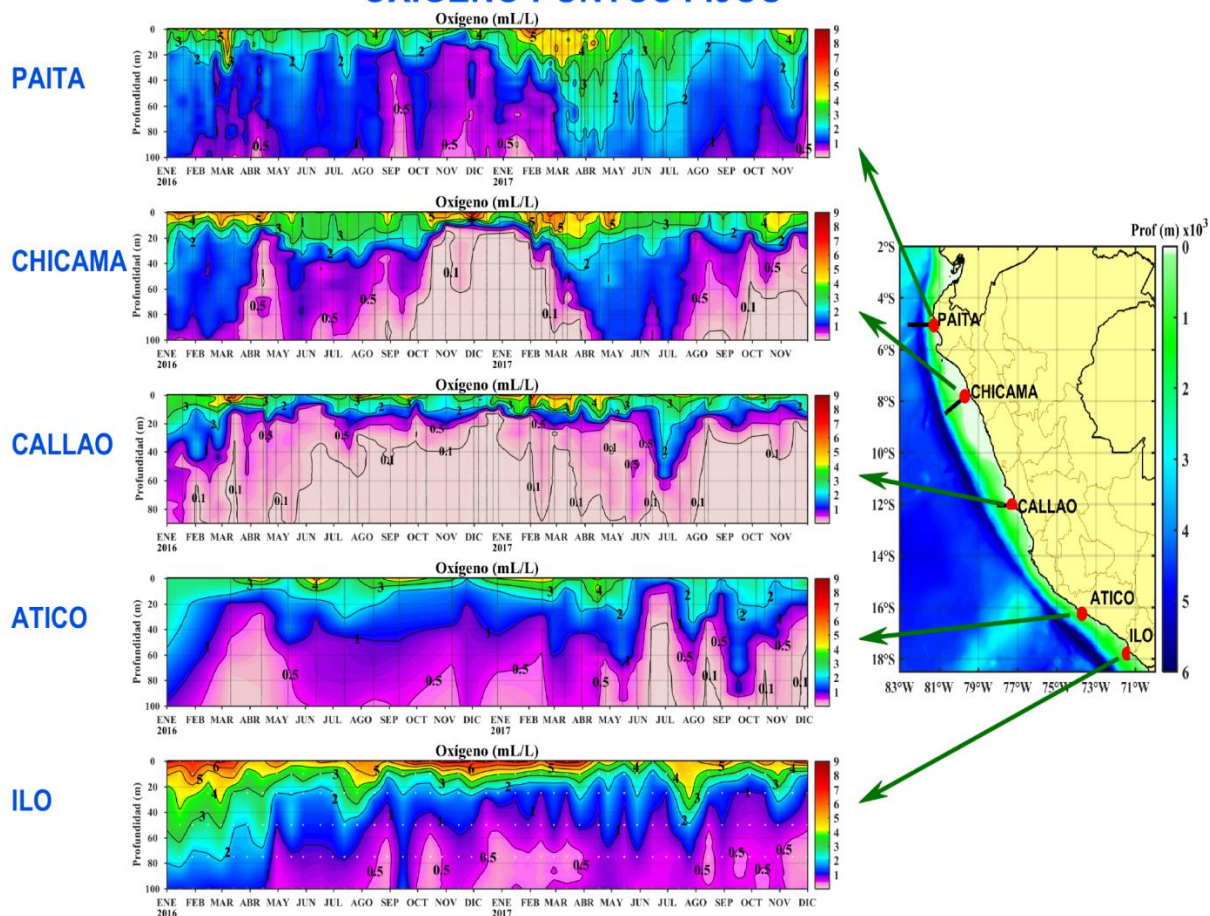


Figura 3.2.5.7. Series de tiempo del Oxígeno disuelto en el agua de mar (mL/L) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2016 a noviembre del 2017. Fuente: IMARPE.

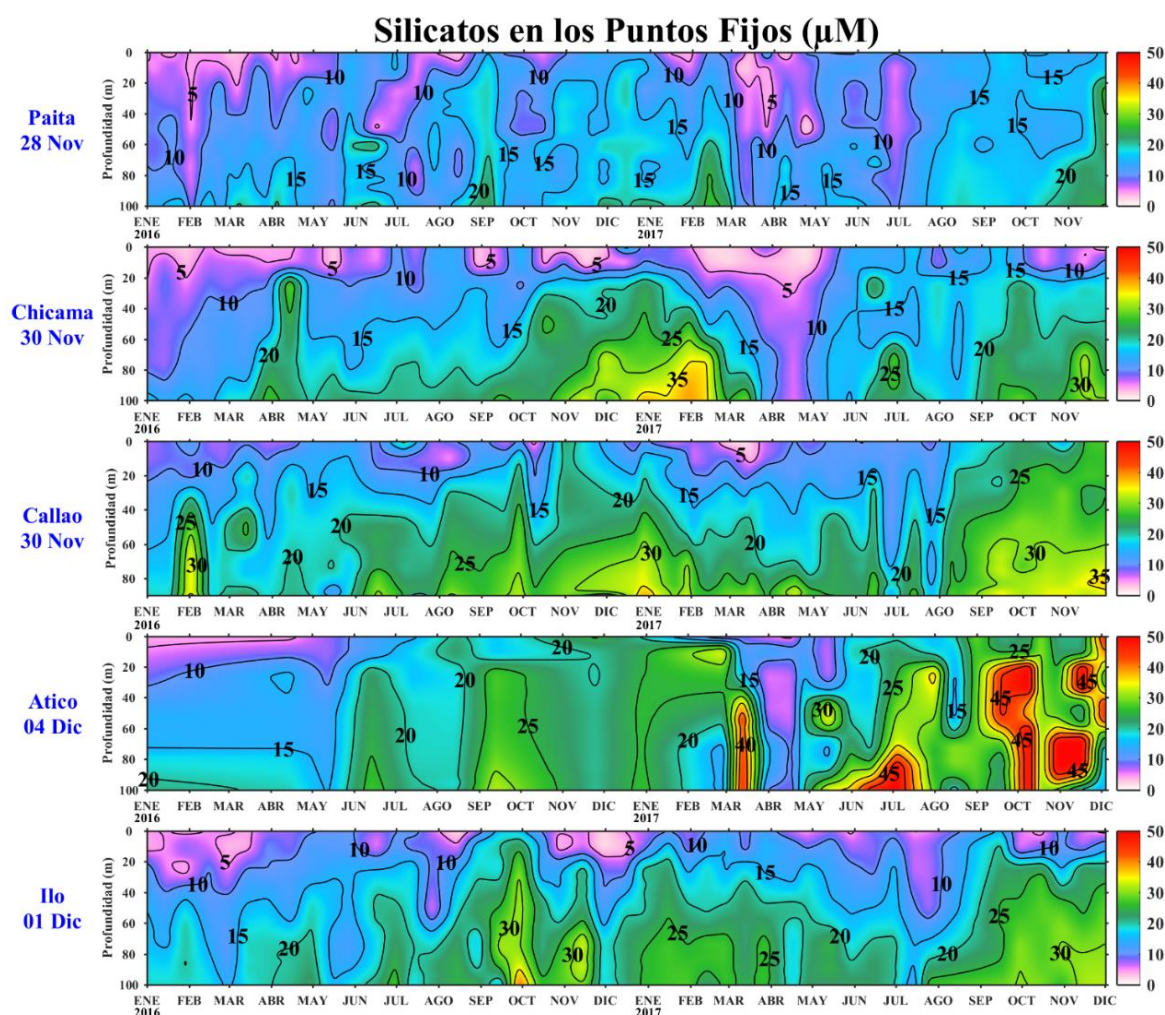


Figura 3.2.5.8. Series de tiempo de silicatos (μM) estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2016 a noviembre del 2017. Fuente: IMARPE.

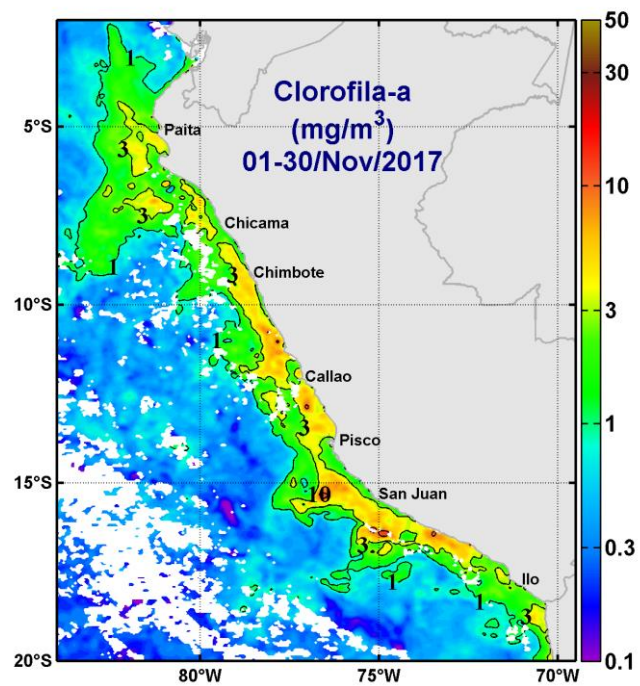
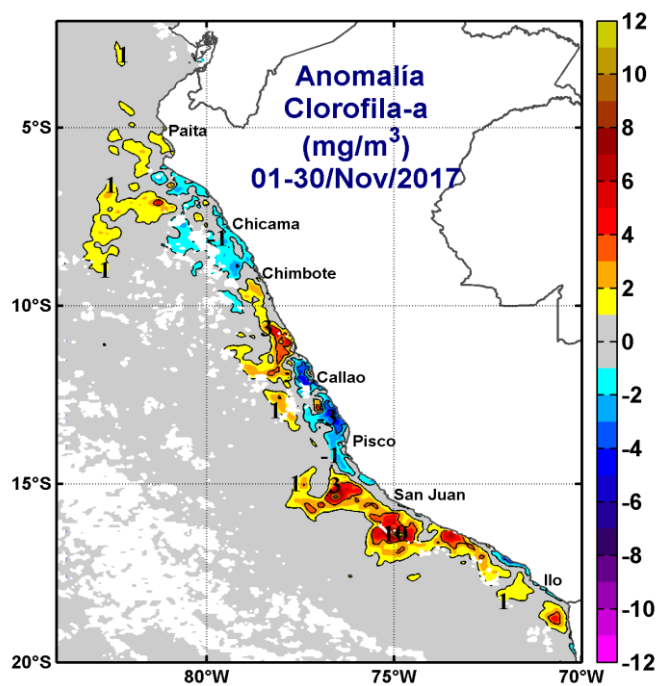


Figura 3.2.6.1. Distribución espacial de la anomalía de la clorofila “a” frente a la costa peruana durante el mes de noviembre del 2017. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

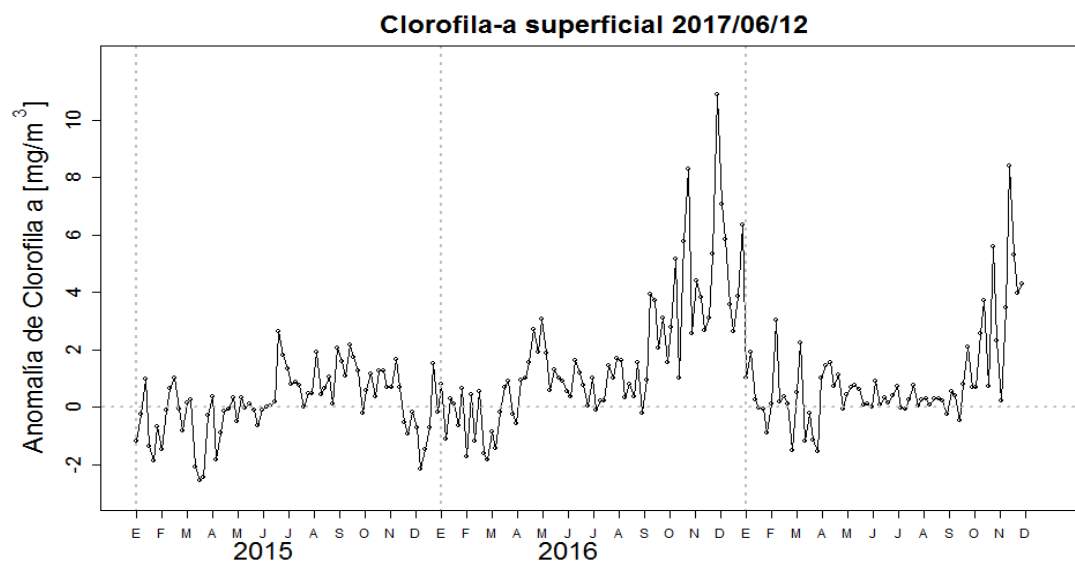


Figura 3.2.6.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías pentadales de clorofila-a superficial entre los 04°S y 16°S (0-100km). Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

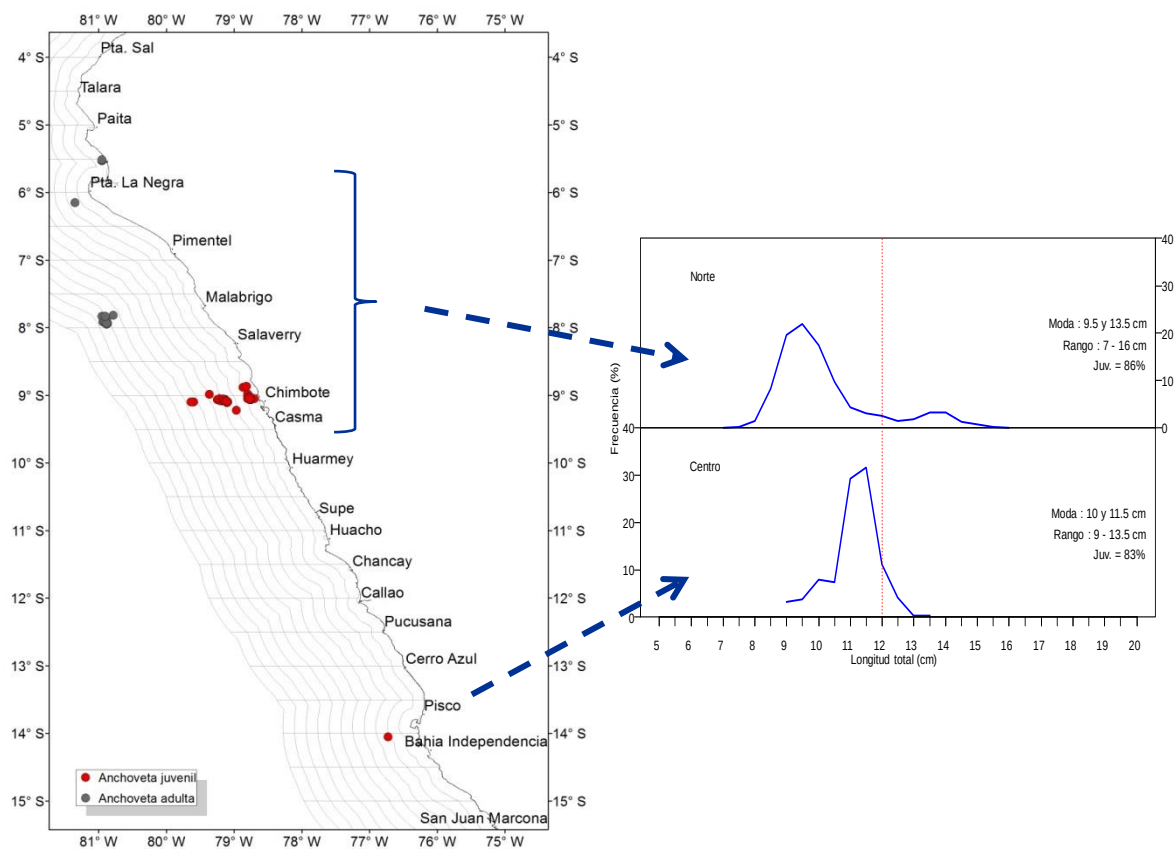


Figura 3.2.7.1. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoqueta por la flota de menor escala y artesanal en la región norte – centro durante noviembre. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

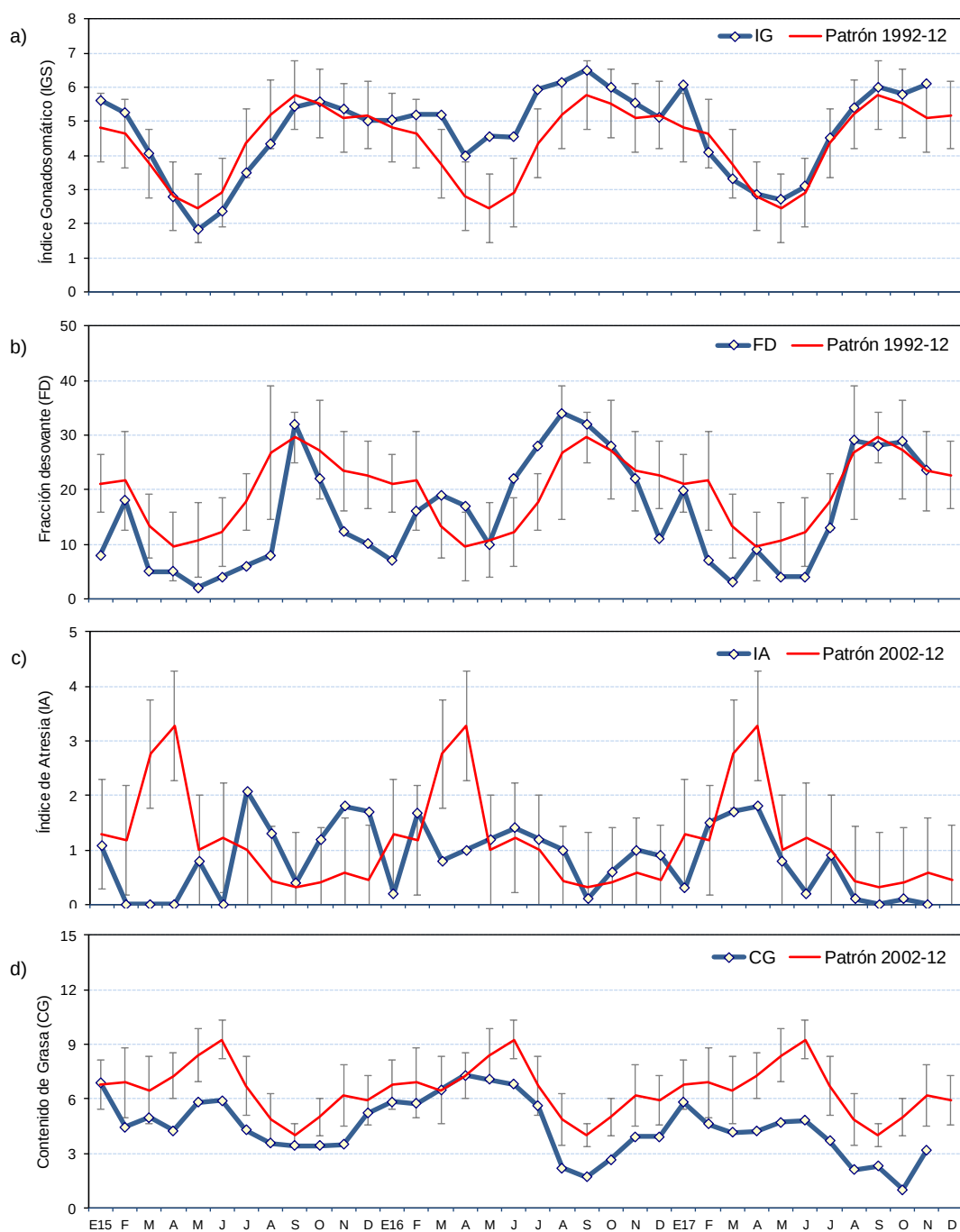


Figura 3.2.7.2. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2012 – noviembre 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

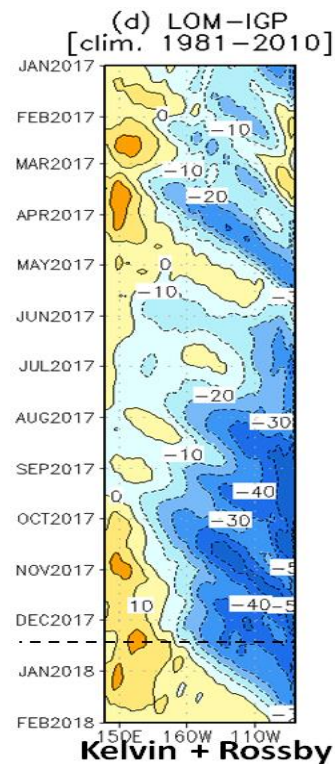


Figura 4.2.1 Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).

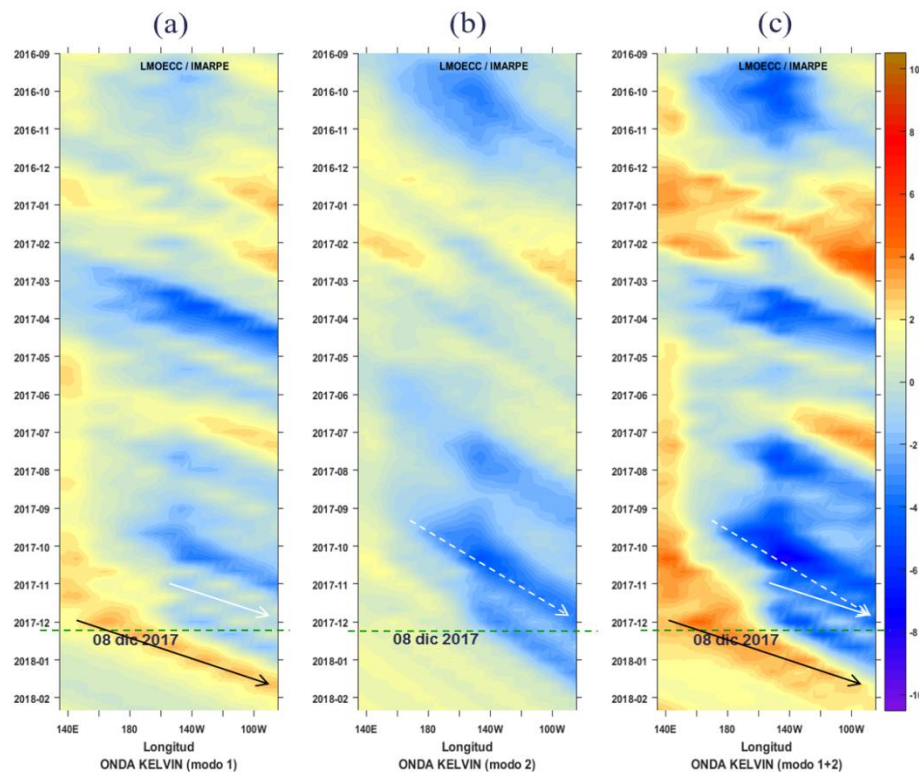


Figura 4.2.2. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

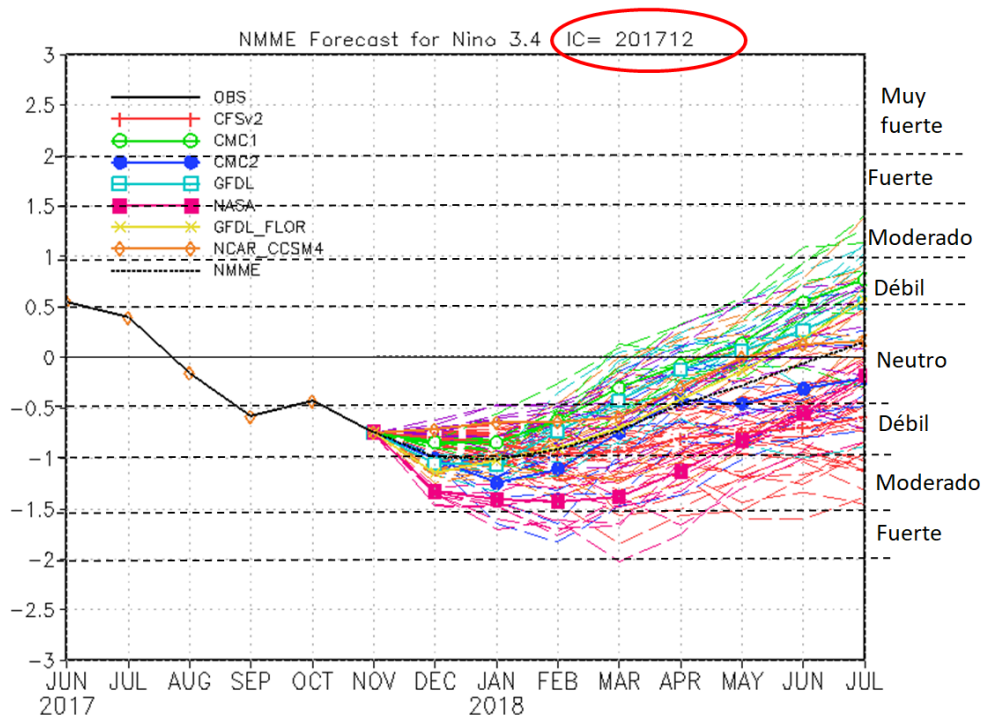


Figura 4.2.3. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

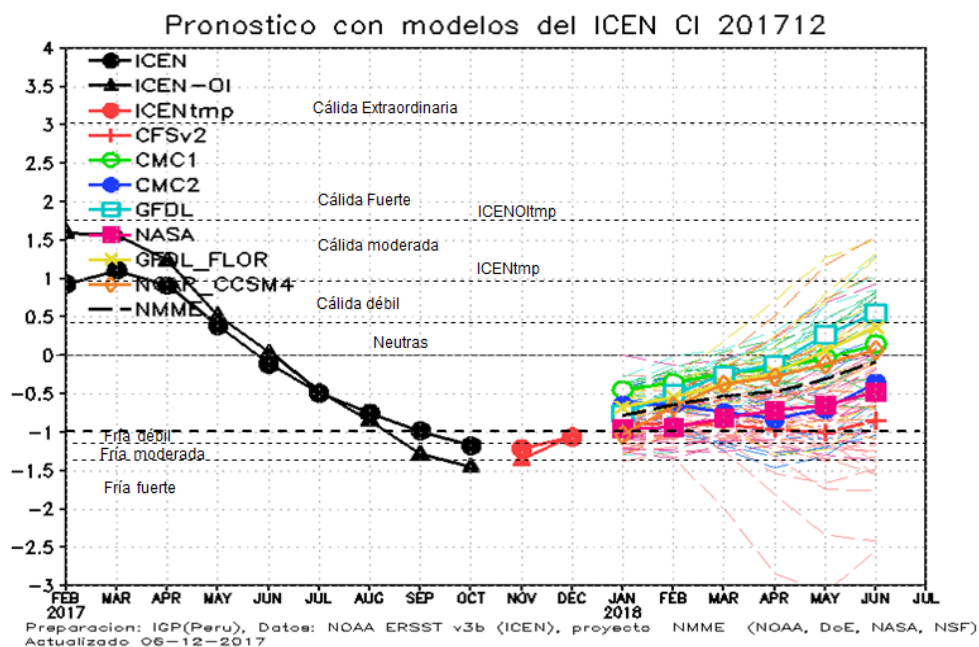


Figura 4.2.4. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de diciembre de 2017. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

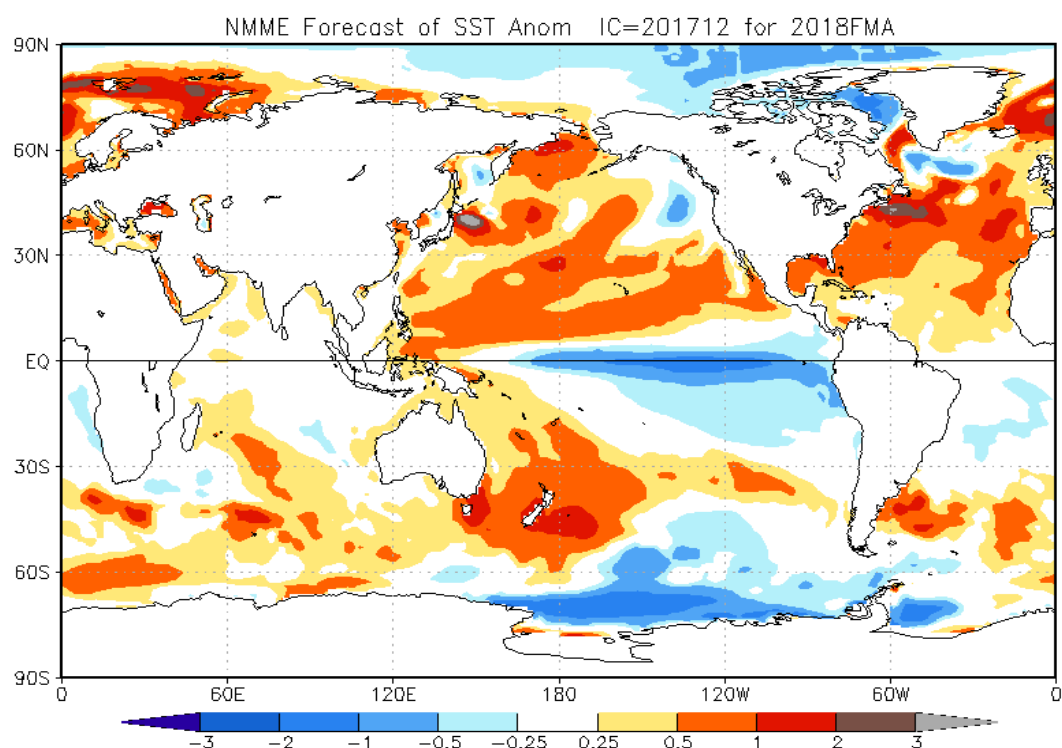


Figura 4.2.5. Pronóstico estacional de temperatura superficial del mar (calibrados) para marzo del 2018 por modelos de NMME inicializados en diciembre 2017 (Fuente: NOAA).

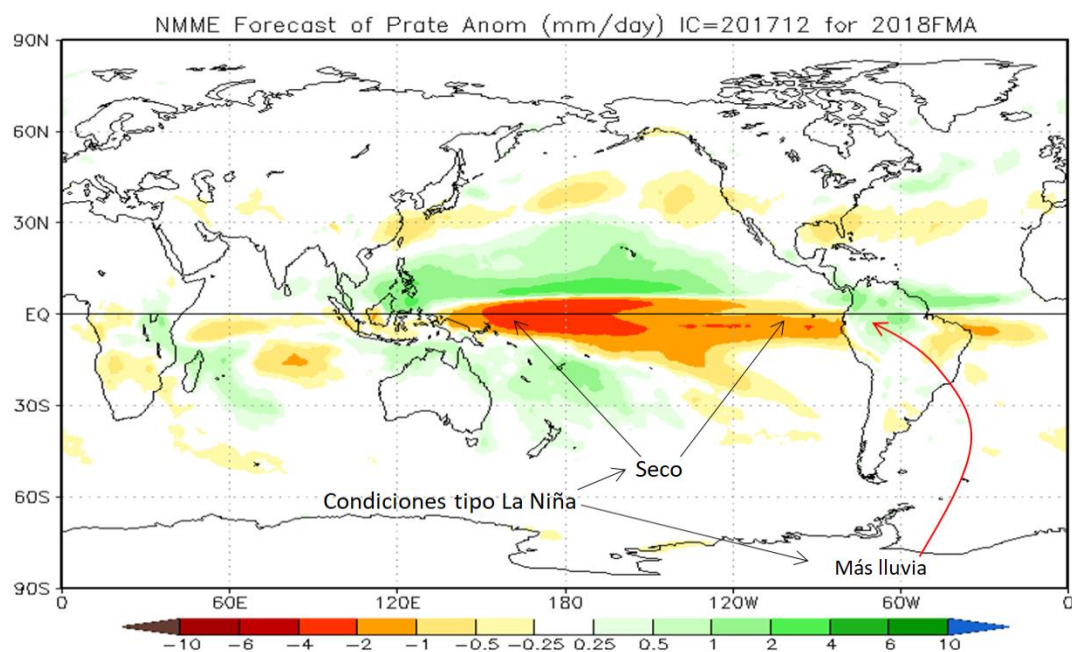


Figura 4.2.6. Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre febrero – abril 2018 por modelos de NMME inicializados en diciembre 2017 (Fuente: NOAA).

8. TABLAS

Tabla 3.1.4.1. Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de febrero a octubre del 2017. Además el ONItmp para noviembre y diciembre del 2017. Fuente IGP.

Valores del Oceanic Niño Index (ONI)

Mes	ONI	Categoría
02/2017	-0.12	Neutra
03/2017	0.15	Neutra
04/2017	0.39	Neutra
05/2017	0.48	Neutra
06/2017	0.27	Neutra
07/2017	-0.10	Neutra
08/2017	-0.15	Neutra
09/2017	-0.42	Neutra
10/2017	-0.71	Fría Débil

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>

Nota: NOAA al publicar el ONI, actualiza el valor del mes anterior

Mes	ONItmp	Categoría
11/2017	-0.80*	Fría Débil
12/2017	-1.01**	Fría Moderada

* Se usaron los datos Oct. y Nov. 2017 (ERSSTv5) y Dic. 2017 (NMME).

** Se usaron los datos de Nov. 2017 (ERSSTv5), Dic. y Ene. 2017/18 (NMME)

NMME CI 2017 12

Tabla 3.1.4.2. Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero a octubre del 2017. Además el ICENtmp para los meses de noviembre y diciembre de 2017. Fuente IGP.

Valores del **ICENOI**

Mes	ICENOI	Categoría
02/2017	1.60	Cálida Moderada
03/2017	1.57	Cálida Moderada
04/2017	1.24	Cálida Moderada
05/2017	0.52	Cálida Débil
06/2017	0.04	Neutro
07/2017	-0.47	Neutro
08/2017	-0.84	Neutro
09/2017	-1.28	Fría Moderada
10/2017	-1.44	Fría Fuerte

Mes	ICENOI _{tmp}	Categoría
11/2017	-1.35	Fría Moderada
12/2017	-1.04	Fría Débil

* Se usaron los datos de Oct. y Nov. (SST-OI) y Dic. (NMME)

** Se usaron los datos de Nov. 2017 (SST-OI), Dic. y Ene 2017/18 (NMME)
NMME CI 2017 12

Tabla 3.2.4.2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre enero – noviembre de 2017. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	2017																					
	ATSM (°C)											ANMM (cm)										
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.
Talara	1.0	3.0	4.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	0.0	-0.3	-0.7	-1.6	4	8	14	10	7	7	4	3	1	1	-3
Paita	2.4	4.6	5.7	2.3	1.4	1.3	0.6	0.0	0.1	0.5	-0.5	6	11	15	10	8	7	5	2	1	1	-2
Isla Lobos de Afuera	0.7	4.2	5.8	2.1	0.0	1.0	-0.1	-0.2	-0.5	-0.9	-0.7	3	7	11	8	4	3	2	3	-3	-3	-3
Salaverry	0.0	4.5	5.5	1.7	1.0	0.6	0.8	0.2	-0.1	-0.5	-1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chimbote	-0.2	2.6	4.4	1.4	0.7	1.0	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-0.8	1	7	11	9	4	2	3	0	-2	-2	-2
Callao	0.2	1.9	2.9	1.8	1.1	0.7	0.8	0.4	0.2	0.3	-0.4	-1	1	4	3	1	0	1	-3	-6	-6	-6
San Juan	0.5	0.6	0.9	0.6	1.4	0.7	0.8	0.0	-0.4	-0.5	-0.4	5	3	7	6	6	5	3	-3	-3	-3	
Mollendo	-0.2	-1.3	-0.1	0.3	1.7	1.8	0.3	0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-1	0	1	-1	1	-2	-1	-7	-7	-4
Ilo	0.1	-0.6	0	0.3	0.7	0.5	0.2	-0.2	-1	-1.5	-1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.2.1 Pronósticos de ONI por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 3.4).

CI 2017 12

Modelo	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	
CFS2		-0.89	-0.96	-0.97	-0.95	-0.88	-0.79	-0.71	LN deb
CMC1		-0.90	-0.83	-0.64	-0.37	-0.10	0.20	0.50	LN deb
CMC2		-1.10	-1.20	-1.11	-0.83	-0.61	-0.45	-0.36	LN mod
GFDL		-1.04	-1.00	-0.78	-0.44	-0.16	0.09	0.32	LN deb
NASA		-1.27	-1.48	-1.50	-1.41	-1.21	-0.91	-0.56	LN fuer
GFDL_FLOR		-1.05	-1.06	-0.89	-0.66	-0.40	-0.10	0.23	LN deb
NCAR_CCSM4		-0.77	-0.71	-0.67	-0.56	-0.34	-0.09	0.07	LN deb
NMME		-1.00	-1.03	-0.94	-0.75	-0.53	-0.29	-0.07	LN deb
ONItmp	-0.80								

Tabla 4.2.2 Pronósticos de ICEN por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2).

CI 2017 12

Modelo	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	
CFS2		-1.15	-0.91	-0.87	-0.90	-0.96	-1.00	-0.85	Neut
CMC1		-0.84	-0.45	-0.35	-0.24	-0.17	-0.03	0.15	Neut
CMC2		-0.92	-0.64	-0.64	-0.74	-0.82	-0.70	-0.36	Neut
GFDL		-1.14	-0.75	-0.49	-0.25	-0.11	0.27	0.55	Neut
NASA		-1.10	-0.95	-0.94	-0.82	-0.71	-0.65	-0.47	Neut
GFDL_FLOR		-1.02	-0.67	-0.55	-0.38	-0.23	0.06	0.36	Neut
NCAR_CCSM4		-1.32	-1.03	-0.66	-0.37	-0.28	-0.11	0.07	Neut
NMME		-1.07	-0.77	-0.64	-0.53	-0.47	-0.31	-0.08	Neut
ICENTmp	-1.21								

Tabla 4.3.1. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño costero – La Niña costera en el verano Diciembre 2017 – Marzo 2018.

Magnitud del evento durante diciembre 2017 – marzo 2018	Probabilidad de ocurrencia
La Niña moderada – fuerte	1%
La Niña débil	20%
Neutro	74%
El Niño débil	5%
El Niño moderado, fuerte y extraordinario	0%

Tabla 4.3.2 Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico Central en el verano Diciembre 2017 – Marzo 2018.

Magnitud del evento durante diciembre 2017 – marzo 2018	Probabilidad de ocurrencia
La Niña moderada – fuerte	3%
La Niña débil	72%
Neutro	24%
El Niño débil	1%
El Niño moderado, fuerte y muy fuerte	0%

ENFEN
Callao, noviembre de 2017.
Lima-Perú