

**COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO**



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 3 N°01

Enero 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: Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen)

Comité 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)

Ing. Amelia Díaz Pabló

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

Ing. Abelardo de la Torre Villanueva

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Vicealmirante Alberto Lozada Frías

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Comité Técnico Enfen

Coordinador: Dimitri Alexey Gutiérrez Aguilar

IMARPE: Marilú Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Cecilia Peña, Octavio Morón,

DHN: Gustavo Laos, Rina Gabriel, Roberto Chauca.

SENAMHI: Grinia Avalos, Christian Barreto, Nelson Quispe.

IGP: Ken Takahashi, Kobi Mosquera.

ANA: Gustavo Galindo, Carlos Verano

INDECI: Hernán Iván Vásquez Rivasplata, Sheyla Yauri Condo

Año: 2

Redacción del informe: Comité 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:

Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). 2017.

Informe Técnico Enfen. Año 3, N° 01, enero de 2017, **58 p.**

El Informe Técnico Enfen de enero 2017 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web en las páginas electrónicas de las instituciones que conforman el Comité. 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, enero 2017

Análisis mensual de los impactos de la Oscilación del Sur en las condiciones meteorológicas, agrícolas, biológico-pesqueras e hidrológicas del mes de enero 2016 en el Perú y las perspectivas de la variabilidad.

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, con 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) y el Instituto del Mar del Perú (Imarpe), institución que preside el Comité.

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 del Comité 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.

Cordialmente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JAGT'.

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

Figuras:

3.1.1.1.	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 07 de enero, b) 15 de enero, c) 22 de enero, y e) 29 de enero de 2017. La línea sólida en color azul indica el límite la región Niño 1+2 y Niño 3+4. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.	25
3.1.1.2.	Anomalía de TSM (°C) durante el año 1985 (rojo), 1988 (verde), 2007 (azul), 2010 (verde-claro), 2013 (morado) y 2016-2017 (negro) según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 1+2 (a) y en la región 3.4 (b).Procesamiento: IGP.	26
3.1.1.3.	(a) TSM (°C) (panel superior) y (b) anomalía de la TSM (panel inferior) durante marzo 2016 al 31 de enero del 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microwave en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.	27
3.1.1.4.	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero del 2016 a enero del 2017. Fuente: NCEP/NOAA.	28
3.1.1.5.	Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.	28
3.1.1.6.	Hovmöller de anomalías de a) Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) desde el mes de febrero de 2016 hasta enero de 2017. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de enero de 2017. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI.	29
3.1.1.7.	Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de enero. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	30
3.1.1.8.	Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de enero. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	30
3.1.1.9.	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del viento zonal ecuatorial (a), anomalía de la TSM (b) y anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO/TRITON. Procesamiento: IGP	31
3.1.1.10.	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escatómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de los derivadores de Argo (b) y datos del nivel del mar de JASON-2 (c). Las líneas diagonales plomas representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.7 m/s para la Onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP	32
3.1.1.11.	Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de enero del 2017. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.	33
3.1.1.12.	Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de noviembre (a y b); diciembre (c y d); y enero (e y f) del 2017, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.	34
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) 2 de enero, b) 7 de enero, c) 12 de enero, d) 17 de enero, e) 22 de enero y f) 29 de enero de 2017. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	35
3.1.2.2.	a) Inclinación de la termoclina, diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP.	36
3.2.1.2.	Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondientes a la primera (panel superior) y segunda (panel inferior) quincena del mes de enero, (a, e) valores absolutos de precipitación, (b, f) anomalía de precipitación, (c, g) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, (d, h) anomalías de TSM y del esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifremer // Procesamiento IGP.	37
3.2.1.3.	a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de agosto del 2016 al 28 de enero del 2017. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.	38
3.2.1.4.	a) Dirección del viento a 40 Km de la costa; b) Índice de Afloramiento Costero (Calculado a partir del viento a 40 Km frente a la costa del Perú). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE	38
3.2.2.1.	Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2016 a enero del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI	39
3.2.3.1.	Mapas de anomalías de precipitación acumulada (%), en periodos de 10 días (decadarias) del mes de enero 2017, registradas en estaciones meteorológicas del SENAMHI, a) 1 ^{ra} Decadaria, b) 2 ^{da} Decadaria y c) 3 ^{ra} Decadaria. Fuente SENAMHI.	39

3.2.3.2	Series de tiempo actualizados a fines de enero del 2017, de los caudales diarios (m^3/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre a agosto: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rimac, e) Majes, f) Chili, de la vertiente del pacífico; g) Huancané y h) 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: ANA.	40
3.2.4.1.	Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016 (negro). Fuente IGP.	41
3.2.4.2.	Condiciones térmicas del océano frente a Perú, a) Temperatura Superficial del Mar (TSM) y b) Anomalías de la TSM ($^{\circ}C$), durante los días 07, 15, 23 y 31 de enero del 2017. El cuadrante indica el límite de la región Niño 1+2. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE-DGIOCC.	42
3.2.4.3.	Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta enero del 2017; a) Series diarias y b) Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, c) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.	43
3.2.4.4	Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a enero del 2016, a) Series diarias y b) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN, c) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2016; Fuente AVISO – IMARPE.	44
3.2.5.1.	Distribución vertical de: a) temperatura ($^{\circ}C$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}C$), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de enero de 2017. Fuente: IMARPE.	45
3.2.5.2	Distribución vertical de: a) temperatura ($^{\circ}C$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}C$), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 25 y 26 de enero de 2017. Fuente: IMARPE.	45
3.2.5.3	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura ($^{\circ}C$), b) anomalía de la temperatura ($^{\circ}C$), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (μM) y f) Clorofila ($\mu g/L$), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 30 de enero de 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.	46
3.2.5.4	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura ($^{\circ}C$), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Silicatos (μM) y e) Clorofila ($\mu g/L$), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 31 de enero de 2017. Fuente: IMARPE.	47
3.2.5.5	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura ($^{\circ}C$), b) anomalía de la temperatura ($^{\circ}C$), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (μM) y f) Clorofila ($\mu g/L$), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 31 de enero de 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.	48
3.2.6.1.	Clorofila satelital promedio para el mes de diciembre 2016 (a) y enero 2017 (b) del satélite MODIS frente a Perú. Anomalía de clorofila-a satelital en enero 2017 (c). Además, se presenta la serie de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los $4^{\circ}S$ - $16^{\circ}S$ y de 0 a 100 km de la costa) provenientes del satélite MODIS entre enero del 2014 a diciembre del 2016 (c).	49
3.2.7.1.	Distribución espacial de las capturas de anchoveta durante enero 2016. Fuente: LBR/IMARPE.	50
3.2.7.2	Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2014 – enero 2016. Fuente: LBR/IMARPE	51
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).	52
4.2.2	Diagramas Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico de complejidad intermedia: Modo 1 (a), Modo 2 (b), Modos 1+2 (c) de la isoterma de $20^{\circ}C$, en metros. La línea discontinua horizontal indica el inicio del pronóstico.	52
4.2.3	Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	53
4.2.4	Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, NCAR y el modelo ECMWF tienen como condición inicial el mes de enero de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.	53

Tablas

Tabla 2.1.1.	Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe	13
Tabla 3.2.3.1	Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de enero 2017. Fuente ANA.	54
Tabla 3.1.2.1.	Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de abril a diciembre del 2016. Además el ONItmp para enero y febrero del 2017. Fuente IGP.	55
Tabla 3.2.4.1.	Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de abril de 2016 a diciembre de 2016. Además el ICENtmp para los meses de enero y febrero 2017. Fuente IGP.	56
Tabla 3.2.4.2.	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre agosto 2016 – enero de 2017. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	57
Tabla 4.2.1	Pronósticos de ONI por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 3.4). Para los trimestres NDE y DEF los meses de noviembre y diciembre son datos observados.	57
Tabla 4.2.2	Pronósticos de ICEN por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2). Para los trimestres DEF y EFM los meses de diciembre y enero son datos observados.	58

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

ÍNDICE

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1. VARIABLES	12
2.2. ÍNDICES	12
2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO	12
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN DICIEMBRE	14
3.1. CONDICIONES A MACROESCALA	14
3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial	14
3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial	15
3.2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL	15
3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental	15
3.2.2. Temperatura del aire.....	16
3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico	16
3.2.4. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana	17
3.2.5. Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.....	18
3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana	19
3.2.7. Recursos pesqueros e indicadores biológicos	20
4. PRONÓSTICO	20
4.1. A CORTO PLAZO (SEMANAS).....	20
4.2. A MEDIANO PLAZO (HASTA 3 MESES).....	21
4.3. A LARGO PLAZO (MÁS DE 3 MESES)	21
5. CONCLUSIONES	21
6. REFERENCIAS	22
7. FIGURAS	25
8. TABLAS	54

RESUMEN

El Comité encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar y actualizar la información de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas al mes de enero de 2017.

En la región del Pacífico Ecuatorial Central (región Niño 3.4), la temperatura superficial del mar (TSM) muestra valores dentro del rango normal. La inclinación este-oeste de la termoclina y el contenido de calor en el Pacífico ecuatorial continuaron alrededor de lo normal. Según el valor temporal del Índice Oceánico Niño (ONI) estimado hasta enero, el evento de La Niña débil en el Pacífico Central habría concluido en diciembre 2016. Asimismo, mientras que en el Pacífico Ecuatorial Central y Occidental predominaron anomalías de viento del este, en el Pacífico Oriental, y en especial a partir de la segunda semana del mes, se observaron anomalías de vientos del oeste.

En el Pacífico Oriental, incluyendo la costa peruana, aumentaron rápidamente las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (TSM), alcanzando $+2,0^{\circ}\text{C}$ en la región Niño 1+2, $+5^{\circ}\text{C}$ en Talara y $+6^{\circ}\text{C}$ en Paita hacia fines del mes. Las anomalías del Nivel Medio del Mar (NMM) frente a la costa peruana fueron predominantemente positivas a excepción del Callao (-1 cm), alcanzando valores de $+4$ y $+6\text{ cm}$ frente a Talara y Paita respectivamente. El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para diciembre fue $+0,43^{\circ}\text{C}$ (condición cálida débil) y el valor estimado del ICEN para enero (ICEN_{tmp}) correspondió a una condición cálida débil, según la fuente ERSST4.

A lo largo del mes, se observó un debilitamiento persistente del Anticiclón del Pacífico Sur. Los vientos costeros a partir de la segunda semana mostraron anomalías negativas de velocidad, que sumadas a la intensificación de los vientos del norte frente a Centroamérica, favorecieron el desplazamiento de aguas ecuatoriales hacia el sur y el calentamiento superficial. Este calentamiento además se reflejó en la formación de la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en la última semana del mes. Además, una onda Kelvin cálida superficial, asociada a las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico Oriental, arribó a la costa durante el mes de enero, contribuyendo a dicho calentamiento.

A finales del mes de enero se presentaron lluvias de magnitud muy fuerte en Tumbes y Piura por efecto de la interacción océano-atmósfera, provocada por dicho calentamiento.

Las anomalías de las temperaturas máximas del aire se incrementaron en general. En la costa norte se presentaron anomalías de $+1,5^{\circ}\text{C}$ para la temperatura máxima y $+0,5^{\circ}\text{C}$ para la temperatura mínima. En la costa central, las anomalías fueron de $+1,9^{\circ}\text{C}$ en la temperatura máxima y $+1,7^{\circ}\text{C}$ en la temperatura mínima, mientras que en la costa sur, las anomalías fueron de $+1,5^{\circ}\text{C}$ y $+1,7^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

En las estaciones costeras, la TSM promedio mensual presentó valores por encima de lo normal en la costa norte, mientras que en la costa central y sur alrededor de lo normal.

Sin embargo, desde la segunda semana se detectó un rápido incremento de la TSM, principalmente en la costa norte y central del Perú, entre +2°C y +6°C. Frente a la costa norte, la TSM alcanzó valores de 27°C cerca de la costa, mientras que, frente a la costa central y sur se registró valores de 26°C por fuera de las 50 millas de la costa, con la excepción entre Callao y Pisco, donde alcanzó valores menores.

En las secciones oceanográficas de Paita y de Chicama, la anomalía positiva de la temperatura se presentó en la capa de los 30 metros superficiales, alcanzando valores de +3°C, en promedio, mientras que a mayor profundidad se observaron condiciones neutras. Por otro lado, se detectó la proyección de aguas ecuatoriales superficiales (AES), de baja salinidad, hasta Pimentel, restringidas a la capa superficial.

Durante el mes, los ríos de la vertiente del Pacífico incrementaron sus caudales: en el norte alcanzando valores ligeramente sobre sus promedios históricos, mientras que en el centro, alcanzaron valores muy por encima de sus promedios y en el sur, presentaron valores similares a sus medias. Los reservorios en general tuvieron una tendencia ascendente respecto a su almacenamiento de agua: en la costa norte operaron en promedio al 36% y en la costa sur, al 44% respecto a su capacidad hidráulica útil.

La clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, que es base de la cadena alimenticia en el mar, presentó una rápida disminución en sus concentraciones superficiales frente a la costa central y norte, posiblemente debido al debilitamiento persistente del afloramiento costero y además, en el norte, a la proyección de las AES que son típicamente menos productivas.

Los índices reproductivos de la anchoveta mostraron el reinicio del desove en la región norte centro. La ausencia de munida en el norte, el retorno a costa del bonito y agujilla, la presencia de jurel en el centro y el registro de sardina frente a Pisco son indicios de un ambiente cálido.

Debido a la presencia de la banda secundaria de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) frente a la costa norte, se espera que la interacción océano-atmósfera continuará favoreciendo la circulación anómala de los vientos costeros. A su vez, este patrón contribuye a la persistencia del calentamiento superficial de la temperatura del mar en dicha región al menos en las próximas semanas.

Asimismo, se prevé que la onda Kelvin cálida observada en el Pacífico Central continúe propagándose hacia el este, pudiendo arribar a la costa norte del Perú entre fines de febrero y marzo; condición que contribuiría al incremento de la temperatura del mar. En conjunto, estas condiciones favorecen un aumento en la frecuencia de lluvias de magnitud muy fuerte, en la vertiente del Pacífico, especialmente en la costa norte.

Tomando en consideración los valores estimados del Índice Costero El Niño (ICEN) desde diciembre, el monitoreo y los resultados reportados anteriormente de los modelos de las agencias internacionales para la región Niño 1+2, el Comité Multisectorial ENFEN

considera que estas condiciones corresponden al desarrollo de un evento El Niño Costero de magnitud débil hasta el momento.

1. INTRODUCCIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS), es el proceso 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. Por otro lado, en ciertas condiciones las condiciones cálidas de la temperatura del mar en el Pacífico Oriental propician precipitaciones intensas en la costa norte del Perú, dando lugar al denominado Fenómeno El Niño. Debido a los diversos efectos de estos procesos en los ecosistemas, que a su vez repercuten en los sistemas 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, el Comité 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. MATERIALES Y MÉTODOS

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, en general, los datos mensuales faltantes con datos de pronósticos mensuales provenientes de North American Multi-Model Ensemble (NMME). Se pueden ver más detalles en ENFEN (2012) y Takahashi, et al. (2014).

2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP): Es un modelo oceánico lineal, que asume que toda la dinámica superior del océano se puede representar con un modelo de una capa de profundidad H , cuyo límite inferior es la profundidad de la termoclina. 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 “escaterómetro” 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). El lector es referido a Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014) para mayores detalles sobre este modelo oceánico. Para realizar el pronóstico de la propagación de las ondas Kelvin, se asumen, en general, dos escenarios del esfuerzo de viento para los siguientes tres meses: 1) que no existen anomalías, es decir que el comportamiento de los vientos es climatológico 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.

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											X											IGP, Climatología 2001-2014
	Radiación de Onda Larga												X										IGP
	Presión Atmosférica														X								SENAMHI
	Vientos														X	X							IMARPE
															X								
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																IMARPE
				X		X	X															IMARPE	
	Clorofila			X		X	X																IMARPE
																					X		IMARPE, climatología 2002-2014
Pesqueras	Desembarques									X	X												IMARPE
	Índices reproductivos											X											IMARPE
	Indicadores de masas de agua del plancton											X											IMARPE
	Distribución de especies incidentales									X	X	X											IMARPE
VARIABLES HIDROLÓGICAS																							
	Caudal de ríos				X																		ANA
	Capacidad Hidráulica de reservorios				X																		ANA

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN ENERO

3.1 CONDICIONES A MACROESCALA

3.1.1 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

Durante enero, las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial Central continuaron fluctuando con valores negativos (Figura 3.1.1.1), aunque tendiendo a reducirse en los últimos días del mes (Figura 3.1.1.2 a). Por su parte, en el Pacífico Ecuatorial Oriental (Región Niño 1+2), las anomalías positivas de TSM incrementaron su valor (Figuras 3.1.1.2 b, 3.1.1.3 y 3.1.1.4). Es así que durante la primera quincena la anomalía alcanzó valores de $+1,6^{\circ}\text{C}$, continuando su incremento hasta alcanzar $+2^{\circ}\text{C}$ durante los últimos días del mes.

El Índice de Oscilación del Sur calculado para el mes de enero fue $+1,4$ (Figura 3.1.1.5). Este valor se encuentra dentro del rango asociado a condiciones neutras (± 7). Respecto a la actividad convectiva en el Pacífico Ecuatorial, un indicador clave del acoplamiento océano-atmósfera, la Radiación de Onda Larga (ROL) continuó mostrando anomalías positivas en el Pacífico Central, indicando la persistencia de condiciones de subsidencia (Figura 3.1.1.6). Para la región 170°W – 100°W y 5°S – 5°N se ha mantenido alrededor de 270 Wm^2 durante el último mes; por debajo de su valor climatológico; y en un rango similar al año 1984 (Figura 3.1.1.7). Por otro lado, en la región del Pacífico Central (170°E – 140°W y 5°S - 5°N) los valores de ROL disminuyeron hasta alcanzar valores de 260 Wm^2 muy próximos a los alcanzados durante el año 1999 (Figuras 3.1.1.7 y 3.1.1.8).

En el Pacífico Central-Occidental (180°W – 160°W), el viento en niveles bajos de la tropósfera (850 hPa) y el esfuerzo de viento zonal mostraron pulsos de anomalías del este a inicios del mes (Figuras 3.1.1.9 a y 3.1.1.10 a), mientras que a fines de mes se registraron condiciones aproximadamente normales.

En el Pacífico Ecuatorial Oriental (140°W – 80°W), en niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se detectaron anomalías de viento del oeste (Figuras 3.1.1.9 a) a partir de la segunda semana del mes. En niveles altos (200 hPa), sobre la región próxima al continente se observaron anomalías del este en promedio en el mes (Figura 3.1.1.11 b).

Las secciones verticales a lo largo de la franja ecuatorial también evidenciaron la subsidencia sobre la región del Pacífico Central-Occidental en este mes (160°E – 160°W), principalmente entre los niveles medios y altos (500 a 200 hPa). Cabe señalar que, en los últimos meses, existe una tendencia a la disminución de esta configuración. Sobre el Pacífico Oriental (entre 90°W y 80°W), se presentó un ligero incremento de los movimientos ascendentes, principalmente en los niveles bajos (Figura 3.1.1.12).

3.1.2 Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial

Durante el mes los datos in situ de las boyas TAO/TRITON y ARGO mostraron una ligera profundización de la isoterma de 20°C (reflejada en anomalías positivas de su profundidad) hasta unos 20 m por debajo de su posición climatológica en la región que va de 150°E a 110°W, asociada a la presencia de pulsos del oeste alrededor de los 180° en la franja ecuatorial (Figuras 3.1.1.9 y 3.1.1.10 a, b). Asimismo, los datos de altimetría satelital (Jason-2) mostraron la propagación de anomalías positivas de la altura del nivel del mar al Pacífico Oriental (150°E-90°W) (Figura 3.1.1.10 c).

En cuanto a la temperatura sub-superficial en el Pacífico Ecuatorial, a inicios de mes se presentó un núcleo de hasta +2°C a 100 – 150 m de profundidad entre los 160°E y 160°W. Esta anomalía cálida se proyectó al este durante el mes, contribuyendo al desarrollo de condiciones cálidas a 100°W hasta los 100 m de profundidad (Figura 3.1.2.1). La inclinación zonal de la termoclina ecuatorial se presentó de acuerdo a su configuración normal en el mes. El contenido de calor oceánico ecuatorial se presentó cerca de lo normal, aunque con una ligera anomalía negativa (Figura 3.1.2.2).

El índice ONI (Oceanic Niño Index) que es calculado en base a la anomalía de la TSM en la región El Niño 3.4, presentó un valor de -0,73 en diciembre de 2016 indicando una condición fría débil para el Pacífico Central. Para enero del 2017 el valor estimado del ONI corresponde a condiciones Neutras (Tabla 3.1.2.1).

3.2 CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración zonal, mostrando anomalías negativas en su núcleo (-1 a -2 hPa). Así también, el campo de presiones frente al litoral peruano, presentó en promedio anomalías negativas sobre la región centro y sur (Figura 3.2.1.1).

Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento asociado a los alisios del sur se debilitó entre la primera y segunda quincena, mientras que se intensificaron los vientos del norte frente a Centroamérica y Colombia (Figura 3.2.1.2). Asimismo, de acuerdo a los datos de satélite ASCAT, el viento de la franja costera (40 km) a lo largo del litoral presentó una importante disminución en su intensidad desde la segunda semana del mes, a valores entre 1 y 4 m/s (Figura 3.2.1.3 a). La anomalía de la velocidad del viento costero, al sur de los 5°S, exhibió valores negativos (-2 a -4m/s) en dicho período (Figura 3.2.1.3 b). En el caso de la dirección del viento, se registraron anomalías de viento del noroeste frente a la costa desde la segunda semana de enero, detectándose vientos débiles de componente norte frente a Piura hacia fines del mes (Figura 3.2.1.4.a). Debido al debilitamiento del viento costero con componente sur, el afloramiento costero colapsó frente al litoral desde la segunda semana (Figura 3.2.1.4b).

3.2.2. Temperatura del aire.

Las anomalías de las temperaturas máximas del aire se incrementaron en general. En la costa norte se presentaron anomalías de +1,5°C para la temperatura máxima y +0,5°C para la temperatura mínima.

En la costa central, las anomalías fueron de +1,9°C en la temperatura máxima y +1,7°C en la temperatura mínima, mientras que en la costa sur, las anomalías fueron de +1,5°C y +1,7°C, respectivamente. Las anomalías de la temperatura máxima alcanzaron valores de +2,8°C en la estación Campo de Marte (Lima), +2,5°C en la estación Ite (Tacna), +2,2°C en la estación Chusis (Piura) y +2,1°C en la estación Fonagro (Ica). Asimismo, las anomalías de la temperatura mínima alcanzaron valores de +2,3°C en las estaciones La Yorda (Tacna), Huarmey (Ancash) y Fonagro (Ica) (Figura 3.2.2.1).

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

Durante el mes de enero, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se presentó entre los 5°N y 10°N en el Pacífico Central, y alrededor de los 5°N en su flanco occidental y oriental (Figura 3.2.1.2 a, e). Sobre este último, en la última semana del mes se apreció el inicio de la configuración de la segunda banda de la ZCIT frente a la costa norte del país, al norte de los 6°S, asociada al calentamiento de la capa superficial del mar. La formación de esta segunda banda, muestra el inicio de una actividad convectiva, reflejándose en precipitaciones por encima de lo normal para la zona oceánica frente al norte de Perú, especialmente en la segunda quincena (Figura 3.2.1.2 f). Asimismo, se registraron las mayores precipitaciones en zonas medias y bajas de la costa central y sur hacia la quincena del mes; y posteriormente en la costa norte; las primeras, posiblemente generadas principalmente por procesos atmosféricos ligados al desplazamiento anómalo de la zona de alta presión de Bolivia, y a la humedad acumulada en la atmósfera en la zona costera, mientras que las segundas, causadas principalmente por procesos de evaporación y convección asociados al calentamiento del mar. (Figura 3.2.1.2 a, b, e, f). En el ámbito continental se registraron anomalías de precipitación acumulada mayores al 100 % en la zona centro y sur del Perú (Figura 3.2.3.1).

Durante enero, los ríos de la vertiente del Pacífico incrementaron significativamente sus caudales. En el norte, el río Tumbes a mediados de enero presentó un pico con caudales próximos a 250 m³/s, el río Chira, también incrementó sus caudales mostrando dos picos intensos a mediados de mes, con caudales mayores a 200 y 300 m³/s, en ambos casos superaron ampliamente al promedio histórico del mes (<100m³/s). En el centro y en el sur se presentaron caudales con dos picos de mayor intensidad, uno a mediados y el otro al finalizar el mes, el río Chillón alcanzó los 20 y 30 m³/s superando su caudal histórico (<10 m³/s), mientras que el río Rímac alcanzó los 60 y 80 m³/s, también superando el caudal normal del mes (40 a 50 m³/s), los ríos Majes y Chili también duplicaron al promedio histórico. Por otro lado en la cuenca del Titicaca, Huancané y Ramis estuvieron por debajo del caudal histórico (Figura 3.2.3.2).

Los reservorios en general, tuvieron una tendencia ascendente respecto a su almacenamiento de agua.

En el norte Poechos mostró un rápido incremento del volumen de agua pasando de aprox. 100 a 250 hm³, mientras que San Lorenzo y Tinajones, así como los reservorios del sur, Condoroma, Pañe, Aguada Blanca y Pasto Grande mostraron una menor tendencia ascendente en el volumen de almacenamiento. En promedio operaron al 36% en el norte y al 44% en el sur, respecto a su capacidad hidráulica útil (Tabla 3.2.3.1).

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

En la región Niño 1+2, la TSM aumentó rápidamente durante la segunda quincena, bordeando los 27°C en promedio hacia fines de mes (Figura 3.1.1.3). Las anomalías diarias de TSM también exhibieron una tendencia de rápido incremento, hasta alcanzar al finalizar el mes $>+2^{\circ}\text{C}$ en base a estimaciones de microonda y alrededor de $+1,5^{\circ}\text{C}$ en base a infrarrojo. En general las anomalías de TSM superaron a los años 1985, 1988, 2007, 2010 y 2013 (Figura 3.1.1.2 b).

El valor del ICEN para diciembre es $+0,43$ (condición cálida débil) y el valor estimado para el ICEN del mes de enero es $+0,74$ (condición cálida débil), considerando la fuente ERSST4 (Figura 3.2.4.1 y Tabla 3.2.4.1).

Frente al litoral peruano, se detectó el rápido aumento de la TSM y de la anomalía de la TSM entre la segunda y tercera semanas de enero. Así, hacia fines de mes, aguas con TSM de 27°C fueron detectadas frente a la costa norte y central, llegando a ubicarse a unos 150 Km del litoral entre Paita y Callao, mientras que aguas con TSM superiores a 26°C fueron detectadas frente a Arequipa y Tacna a menos de 100 Km de distancia en promedio. En las dos primeras semanas de enero, predominaron anomalías negativas en una delgada franja pegada a la costa, las cuales se disiparon durante la segunda quincena. Fuera de la costa las débiles anomalías positivas ($+0,5^{\circ}\text{C}$) se incrementaron progresivamente y expandieron hacia la costa hasta alcanzar una gran extensión de anomalías $>+2^{\circ}\text{C}$ y parches fragmentados $>+3^{\circ}\text{C}$ frente a las costas del litoral peruano (Figura 3.2.4.2).

En el litoral, entre Talara y Huanchaco se observó una transición de anomalías negativas hacia intensas anomalías positivas, progresando esta de norte a sur. Las anomalías mensuales promedio en estaciones de la DHN presentaron valores de $+2,4^{\circ}\text{C}$ en Paita, mientras que en la zona entre Chimbote y Mollendo las anomalías mensuales promedio alcanzaron valores $-0,2^{\circ}\text{C}$. (Tabla 3.2.4.2). Al finalizar el mes, las anomalías de TSM entre Paita y Huanchaco alcanzaron valores entre $+5^{\circ}\text{C}$ y $+7^{\circ}\text{C}$, mientras que entre Chimbote y Callao estuvieron entre $+1,5^{\circ}\text{C}$ y $+3^{\circ}\text{C}$. (Figura 3.2.4.3 a, b).

Los registros de Nivel Medio del Mar (ANMM), mostraron la propagación de anomalías positivas de norte a sur entre la segunda y tercera semana del mes, tanto en base a los datos instrumentales de las estaciones costeras de la DHN (Figura 3.2.4.4 a), con valores de hasta +10 cm, como en base a datos satelitales de altimetría (Figura 3.2.4.4 b), consistentes con el paso de una onda Kelvin cálida superficial.

A nivel mensual, los registros de DHN mostraron un aumento del NMM en todas las estaciones del litoral con respecto a diciembre, alcanzando un valor promedio máximo en Paita con + 6cm (Tabla 3.2.4.2).

3.2.5 Condiciones oceanográficas subsuperficiales frente al litoral peruano

En la sección de Paita, realizada el 27 y 28 de enero, la termoclina se presentó en los primeros 50 m de profundidad.

La isoterma de 15°C se localizó alrededor de los 80 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 a). Anomalías térmicas de hasta +4°C se localizaron en los primeros 30 m de profundidad frente a Paita (Figura 3.2.5.1 b). En cuanto a la salinidad, los valores se presentaron en el rango de 34,6 a 34,8 ups, correspondiente a Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), sobre los 30 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 c), así como anomalías halinas alrededor de -0,2 ups (Figura 3.2.5.1 d). Respecto a la distribución del oxígeno disuelto (OD), la iso-oxígena de 1mL/L, asociada a la base de la oxiclina (Figura 3.2.5.1 e), se ubicó a 50 m de profundidad en toda la sección. Sin embargo también se detectó un núcleo con concentraciones de OD >1 mL/L entre los 80 y 180 m de profundidad fuera de las 40 mn, que profundizó la la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO, <0,5 mL/L) a los ~250 m de profundidad (~120 m en diciembre).

Con respecto a la sección de Chicama (25 y 26 de enero), la termoclina se presentó a 10-30 m de profundidad, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 50 y 80 m de profundidad, mostrando una profundización en dirección a la costa (Figura 3.2.5.2 a). Esto ocasionó un núcleo con anomalías térmicas de hasta +3°C en los primeros 40 m de profundidad en toda la línea frente a la costa (Figura 3.2.5.2 b). La distribución de salinidad mostró la presencia de aguas de mezcla y de aguas costeras frías (ACF), asociadas a salinidades de 35,0 a 35,1 y 34,8 a 35,0 ups, respectivamente, sobre los 50 m de profundidad (Figura 3.2.5.2 c), en el rango normal, en toda la columna de agua (Figura 3.2.5.2 d). La oxiclina y el borde superior de la ZMO fueron observadas a 25-30 m de profundidad, mientras que concentraciones de OD de ~2 mL/L se presentaron encima de los 20 m de profundidad cerca de la costa. A 60 mn de la costa se observó un pequeño núcleo con OD > 0,5 mL/L entre los 100 y 150 m de profundidad (Figura 3.2.5.2 e).

En la Estación Fija Paita (7 mn de la costa), se registraron temperaturas entre 15° y 25°C sobre los 100 m de profundidad con una profundización de las isotermas entre la primera y segunda semana del mes (Figura 3.2.5.3 a). Las anomalías de temperatura pasaron de negativas a positivas en la capa de los 30 metros superficiales, alcanzando +4°C hacia fines de mes, mientras que en la capa sub-superficial se redujo la magnitud de las anomalías negativas a 1°C como máximo (Figura 3.2.5.3 b). La salinidad evidenció la intrusión de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) hacia la segunda semana, con valores de salinidad entre 34,5 y 34,8 ups en los primeros 40 m de profundidad, coincidiendo con la aparición de las anomalías positivas de temperatura mencionada más arriba (Figura 3.2.5.3 c). Por encima de los 40 m de profundidad las concentraciones de oxígeno aumentaron (llegando hasta 7 mL/L) respecto al mes de diciembre; sin embargo a mayores profundidades se observó la superficialización de la iso-oxígena de 1 mL/L (Figura 3.2.5.3 d).

En la Estación Fija Chicama (10 mn de la costa), se registraron temperaturas entre 14° y 25°C, mostrando una pronunciada profundización de las isotermas en la segunda quincena del mes (Figura 3.2.5.4 a). La salinidad presentó valores en un rango de 34,8 a 35,1 ups en la columna de agua. Considerando la distribución termohalina, se observó que en la segunda quincena se configuró la presencia de aguas de mezcla en los primeros 50 m y de aguas costeras frías, entre 50 y 100 m, asociadas a la isoterma de 15°C (Figura 3.2.5.4 b).

La oxiclina y el borde superior de la ZMO se mantuvieron a los 20 m de profundidad; sin embargo, la capa superficial se oxigenó, alcanzando en promedio valores de ~ 5 mL/L (Figura 3.2.5.4 c).

En la Estación Fija Callao (8 mn de la costa), la temperatura mostró valores en el rango de 14° a 19°C sobre los 90 m de profundidad, con una ligera profundización de las isotermas en la capa de los primeros 30 m hacia la tercera semana (Figura 3.2.5.5 a). Las anomalías térmicas pasaron de negativas a cercanas a cero en la capa superficial, mientras que se presentaron aún anomalías de -1°C entre los 40 y 80 m de profundidad (Figura 3.2.5.5 b). Asimismo, se observó la intrusión de aguas con influencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en la capa superficial, asociado al incremento de temperaturas (Figura 3.2.5.5 c). La oxiclina y el tope superior de la ZMO se mantuvieron por encima de los 20 m durante el mes, aunque la iso-oxígena de 0,1 mL/L exhibió una moderada profundización hasta 40 m hacia la quincena del mes. En la capa superficial, se registraron concentraciones promedio de 4 mL/L durante las tres primeras semanas del mes (Figura 3.2.5.5 d).

3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana

3.2.6.1. Silicatos

En la estación fija de Paita (Figura 3.2.5.3 e) y Callao (Figura 3.2.5.5 e) se observó una disminución de la concentración de silicatos en la columna de agua. Así, la isolínea de 15 μM se observó a los 40 m en Paita a inicios del mes y a los 60 m en la última semana mientras que en Callao se profundizó de los 15 m hasta los 30 m.

En la estación fija Chicama los cambios en la concentración de silicatos (<15 μM) en la capa superficial no fueron significativos, mientras que en aguas más profundas (>50 m) aumentaron las concentraciones hasta un rango de 25 – 35 μM (Figura 3.2.5.4 d).

3.2.6.2. Clorofila-a

En general, en las estaciones costeras de Paita, Chicama y Callao las concentraciones de clorofila-a alcanzaron una mayor distribución en profundidad. Frente a Paita por encima de los 20 m, la primera semana se observaron valores de ~ 0.1 mg/m^3 llegando a valores de ~ 0,4 mg/m^3 en la última semana; sin embargo en la estación Chicama en superficie las concentraciones disminuyeron de 0,5 a 0,2 entre la primera e última semana del mes. Frente a Callao, valores mayores a 0,5 mg/m^3 fueron observados por encima de los 10 m a inicios del mes, y llegaron a 25 m a fines de enero (Figura 3.2.5.5 f).

Por otro lado, la clorofila-a superficial (satelital) presentó en promedio menores concentraciones respecto a diciembre, desapareciendo los núcleos ($> 10 \text{ mg/m}^3$) que se observaron el mes anterior (Figura 3.2.6.1 a, b). Espacialmente en promedio durante el mes de enero se presentaron anomalías negativas ($\sim -2,5 \text{ mg/m}^3$) entre los 5°S - 15°S dentro de los 100 km, a excepción frente a Chimbote donde se observaron anomalías de $\sim +2 \text{ mg/m}^3$ (Figura 3.2.6.1 c).

Las anomalías pentadales de clorofila-a, integradas para la franja costera de 100 km entre los 4°S y 16°S , evidenciaron una disminución de la productividad durante el mes, observándose anomalías de $\sim +1 \text{ mg/m}^3$ durante la primera semana y de $\sim -3 \text{ mg/m}^3$ durante la última semana del mes de enero (Figura 3.2.6.1 d).

3.2.7 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

La anchoveta durante el mes de enero del 2017 amplió su cobertura espacial, desplazándose las mayores concentraciones hacia el sur del grado 10°S (Huarmey), llegando hasta San Juan de Marcona (15°S). Longitudinalmente, se mantuvieron dentro de las 80 mn a lo largo de su distribución (Figura 3.2.7.1). Por otro lado, a lo largo de su distribución se registró incidencia de ejemplares juveniles, llegando a representar hasta un 47% del total de ejemplares de anchoveta.

Verticalmente, su distribución fue más profunda que el mes anterior, principalmente donde al sur del grado 10°S donde se presentaron las mayores concentraciones.

Los índices reproductivos mostraron una baja actividad desovante, presentando valores de la Fracción Desovante (FD) y del Índice Gonadosomático (IGS) por debajo del patrón histórico (Figura 3.2.7.2).

En cuanto a la presencia de especies transzonales e indicadoras del ingreso de aguas cálidas, se registró “jurel” frente a Salaverry y Pucusana, “caballa” frente a Chimbote, y “bonito” frente a Pimentel, Salaverry y Huarmey. Asimismo se observó algunos núcleos muy cercanos a costa de “munida” o “camaroncito rojo”, especie indicadora de aguas costeras frías, frente a Pimentel y entre Chimbote y Pucusana.

4. PRONÓSTICO

A corto plazo, las perspectivas se basan en los resultados de las simulaciones de las Ondas Kelvin ecuatoriales corridas por IGP e IMARPE. La presentación de las perspectivas de mediano y largo plazo se basa en las simulaciones de los modelos de agencias internacionales inicializados en la primera semana de enero 2017.

4.1 A corto plazo (semanas)

En lo que respecta a los datos observados de ARGO (Figura 3.1.1.10 b), la proyección indica que una onda Kelvin cálida, a lo largo de la termoclina, estaría llegando a fines de febrero e inicios de marzo, aunque se observa actualmente que no es muy intensa.

La información de TAO señala, sin embargo, que la profundización anómala de la termoclina (10 m), de gran escala, estaría alcanzado el extremo oriental a inicios de febrero (Figura 3.1.1.9 c).

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), el valor estimado del ONI (ONItmp) para el mes de enero y febrero del 2017 es $-0,46^{\circ}\text{C}$ y $-0,14^{\circ}\text{C}$, indicando una condición neutra, considerando los datos hasta enero de la fuente ERSST4, así como las salidas del ensamble de modelos NMME para enero 2017 (Tabla 3.1.2.1). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor estimado del ICEN (ICENTmp), basado en los datos hasta mediados de febrero de la fuente ERSST4, así como las salidas del ensamble de modelos NMME para enero y febrero es de $+0,74^{\circ}\text{C}$ y $+0,78^{\circ}\text{C}$, indicando una condición cálida débil (Tabla 3.2.4.1)

4.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

Según los modelos de simulación de las Ondas Kelvin corridos por IGP (forzado con vientos de NCEP) se espera que la onda Kelvin cálida superficial, según el modelo forzado con vientos de NCEP, termine su impacto en la costa peruana, a nivel superficial, hasta inicios de febrero (Figura 4.2.1). Según el modelo corrido por IMARPE, las anomalías de vientos del oeste registradas recientemente en el Pacífico Ecuatorial Central y Oriental reforzaron las dos ondas Kelvin generadas en diciembre 2016 en el Pacífico Occidental, esperándose el arribo frente a las costas de Sudamérica en febrero 2017 de la onda Kelvin cálida (modo 1), mientras que la onda Kelvin cálida (modo 2) llegaría en marzo 2017 (Figura 4.2.2).

Para el Pacífico Central la mayoría de modelos del NMME (7 modelos), predicen condiciones neutras para los meses centrados en febrero y marzo, (excepto CFS2 en marzo). En conjunto, indican el predominio de una condición neutra en febrero y marzo, así como su persistencia hasta finales del verano (Figura 4.2.3 y Tabla 4.2.1). Para el Pacífico oriental, los 8 modelos del NMME, indican que los meses de febrero y marzo presentarían una condición cálida débil (Figura 4.2.4 y Tabla 4.2.2)

4.3 A largo plazo (más de 3 meses)

Para el Pacífico Central, la mayoría de los modelos NMME actualizados en febrero pronostican condiciones neutras para los meses de mayo con una ligera tendencia positiva, mostrando en los meses de junio/ julio condiciones cálidas débiles. Es decir, para mayo y junio los valores del ONI se encuentran por debajo de 1,0, mientras que para los meses de julio/agosto los valores están sobre dicho valor (Tabla 4.2.1). Para el Pacífico Oriental la mayoría de modelos pronostican condiciones entre neutras a cálida débil, con valores del ICEN sobre 1,0 para los meses de mayo, junio y julio (Tabla 4.2.2).

5. CONCLUSIONES

En la región Niño 1+2 y frente a la costa del Perú se desarrollaron condiciones anómalamente cálidas durante el mes de enero, asociadas principalmente a cambios en la circulación atmosférica a escala regional.

El Anticiclón del Pacífico Sur estuvo debilitado durante el mes y los alisios del sur frente a Perú se redujeron significativamente desde la segunda semana, lo cual, sumado a la intensificación de los vientos del norte frente a Centroamérica, favoreció el desplazamiento de aguas ecuatoriales hacia la costa norte y el incremento de la TSM en una capa superficial de aproximadamente 30 metros, frente a la costa norte de Perú hasta Chicama. Además, una onda Kelvin cálida superficial, posiblemente asociada a anomalías de vientos del oeste en el Pacífico Oriental, arribó a la costa durante el mes de enero, contribuyendo al calentamiento.

No obstante estas condiciones, en la región Niño 3.4 la TSM se mantuvo en un rango normal a frío débil y en el Pacífico Central persistieron las condiciones de subsidencia y anomalías del este en los niveles bajos.

El fuerte aumento de la TSM contribuyó a la convección sobre zonas medias y bajas de la costa, particularmente en el norte. Asimismo, el calentamiento contribuyó a la formación temprana de la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), mar afuera del norte del Perú en la última semana del mes. Cabe indicar que esta formación activa un mecanismo de retroalimentación positivo que mantiene los alisios del sur débiles en la banda ecuatorial y las temperaturas elevadas frente a la costa norte. Asimismo en la última semana del mes se presentaron lluvias de magnitud muy fuerte en Tumbes y Piura y los caudales de los ríos de la vertiente del Pacífico en la costa central y norte se incrementaron significativamente.

El incremento de la estratificación y el colapso del afloramiento costero contribuyeron a la disminución de la productividad, evidenciada por la reducción de la concentración de la clorofila-a en la capa superficial. La distribución de la anchoveta mostró un repliegue al sur de los 8°S.

Se prevé que la onda Kelvin cálida observada en el Pacífico Central desde diciembre continúe propagándose hacia el este, pudiendo arribar a la costa norte del Perú entre fines de febrero y marzo; condición que contribuiría al incremento de la TSM. Esto podría favorecer un aumento en la frecuencia de lluvias de magnitud muy fuerte, especialmente en la costa norte.

El Comité Multisectorial ENFEN, tomando en consideración los resultados del monitoreo, los valores estimados del Índice Costero El Niño (ICEN) desde diciembre, y los resultados de los modelos de las agencias internacionales para la región Niño 1+2, considera que estas condiciones configuran el desarrollo de un evento El Niño costero de magnitud débil hasta el momento.

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: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. *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.

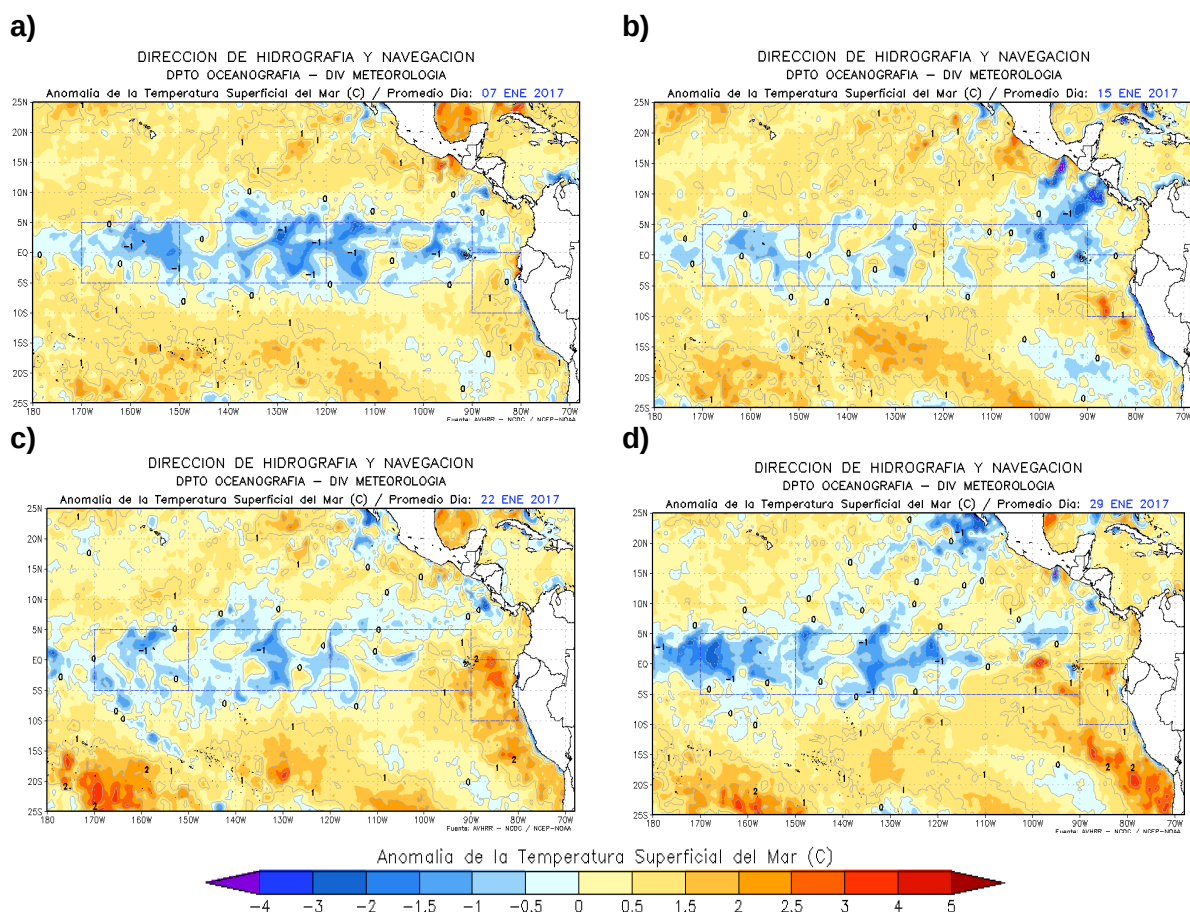
Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

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



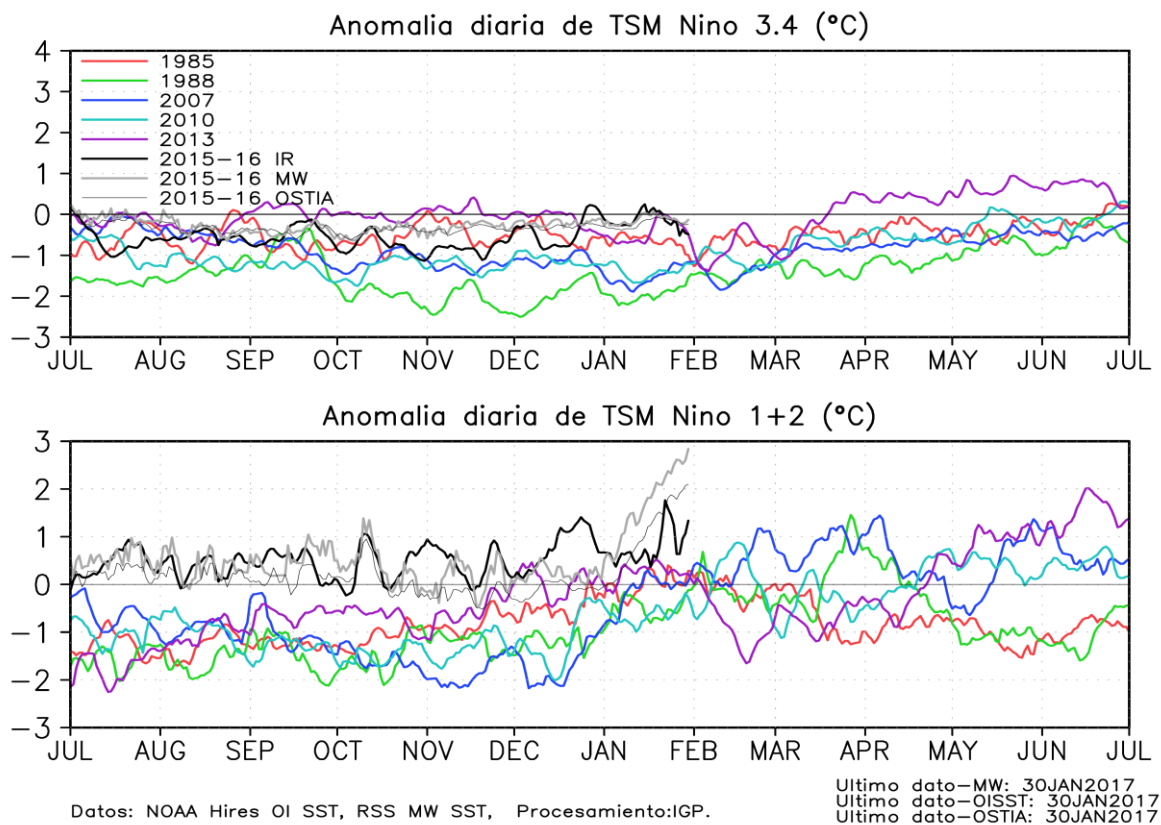


Figura 3.1.1.2 Anomalia de TSM (°C) durante el año 1985 (rojo), 1988 (verde), 2007 (azúl), 2010 (verde-claro), 2013 (morado) y 2016-2017 (negro) según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 1+2 (a) y en la región 3.4 (b).Procesamiento: IGP.

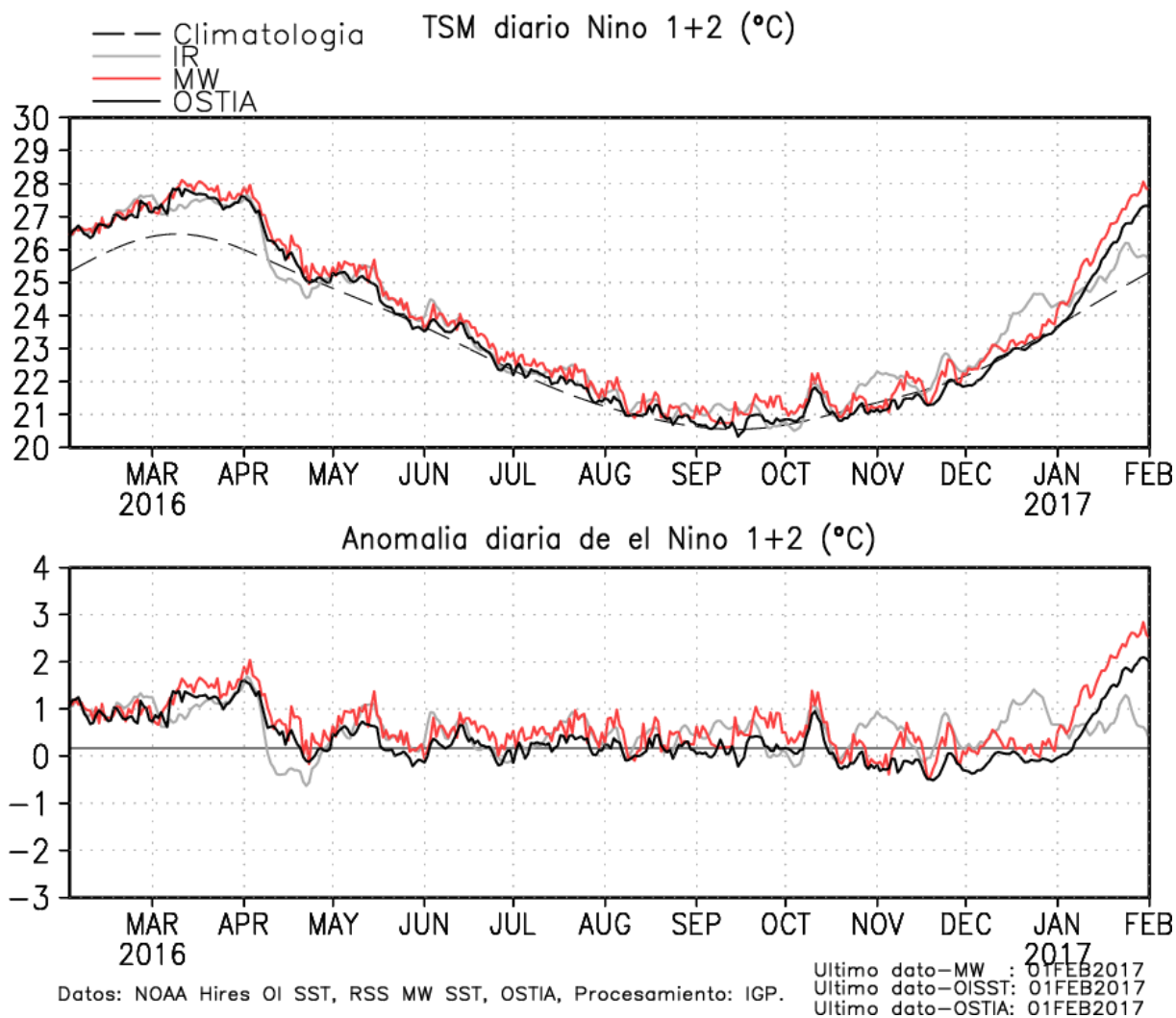


Figura 3.1.1.3 (a) TSM (°C) (panel superior) y (b) anomalía de la TSM (panel inferior) durante marzo 2016 al 31 de enero del 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microwave en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.

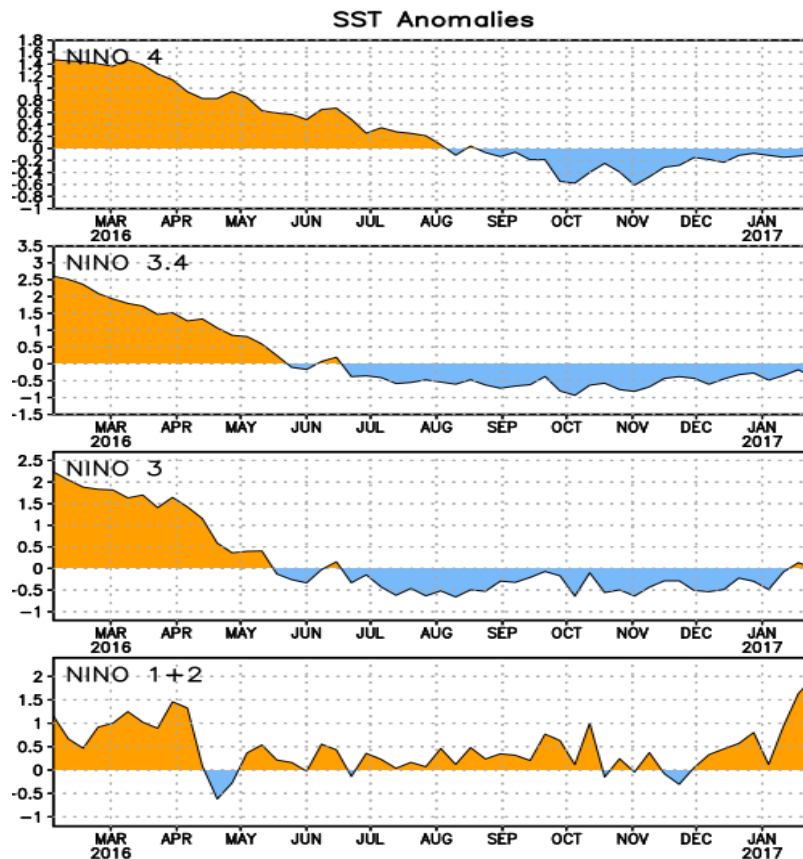


Figura 3.1.1.4 Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero del 2016 a enero del 2017. Fuente: NCEP/NOAA.

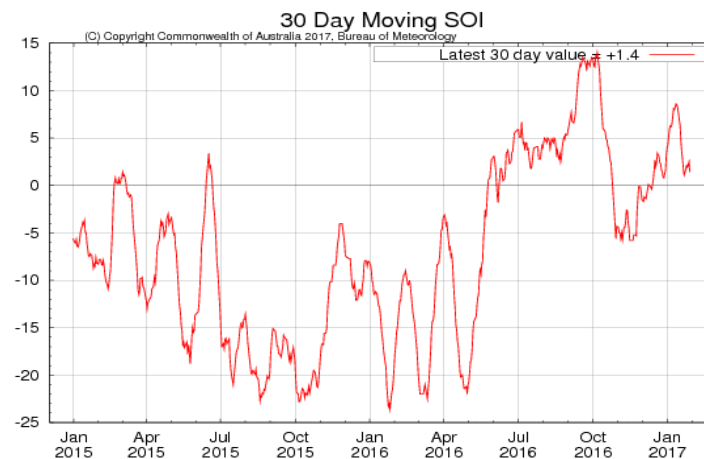


Figura 3.1.1.5 Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

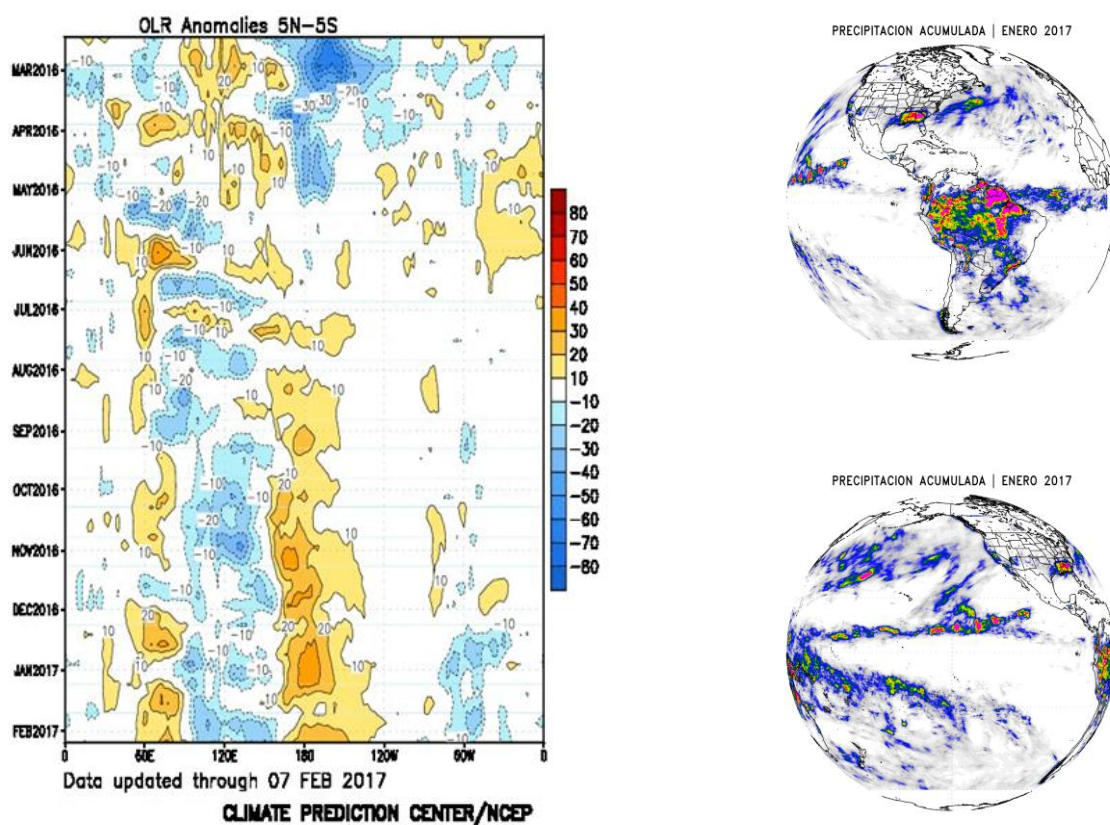


Figura 3.1.1.6. Hovmöller de anomalías de a) Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) desde el mes de febrero de 2106 hasta enero de 2017. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de enero de 2017. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI.

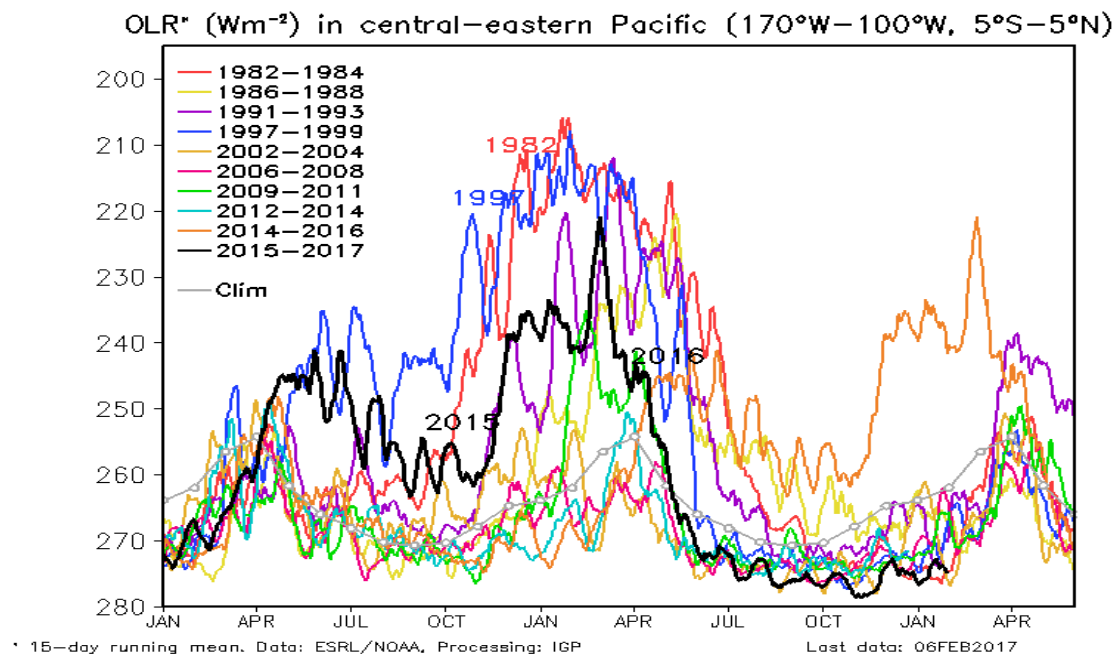


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (Wm^{-2}) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) desde el mes de enero hasta el mes de enero. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

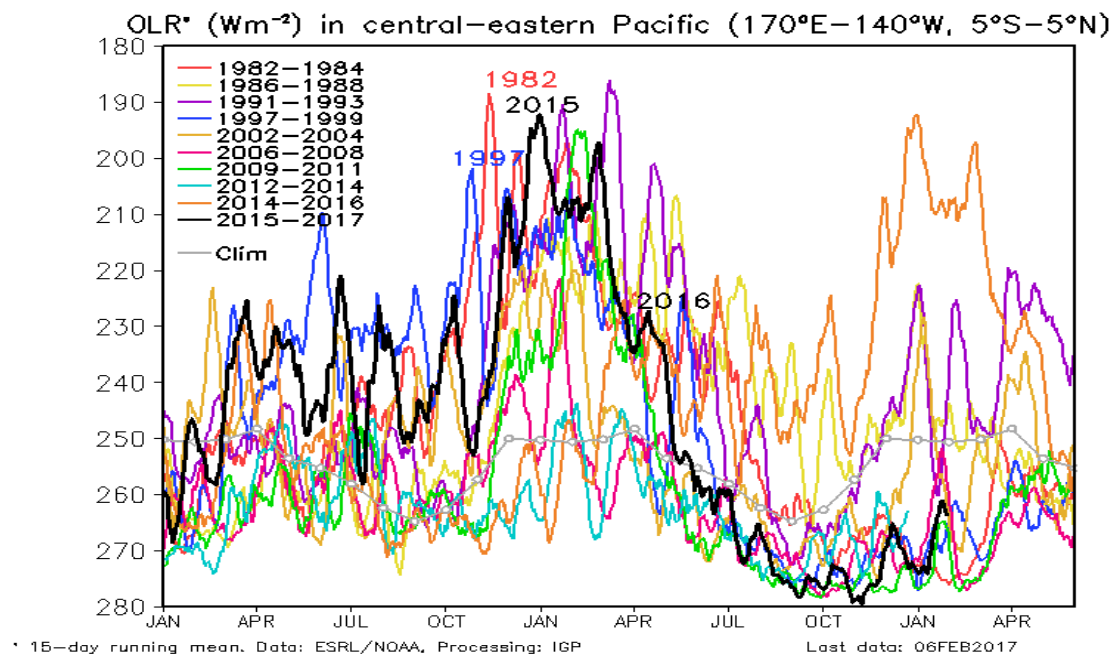


Figura 3.1.1.8. Radiación de Onda Larga - OLR (Wm^{-2}) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}\text{W}-140^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) desde el mes de enero hasta el mes de enero. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

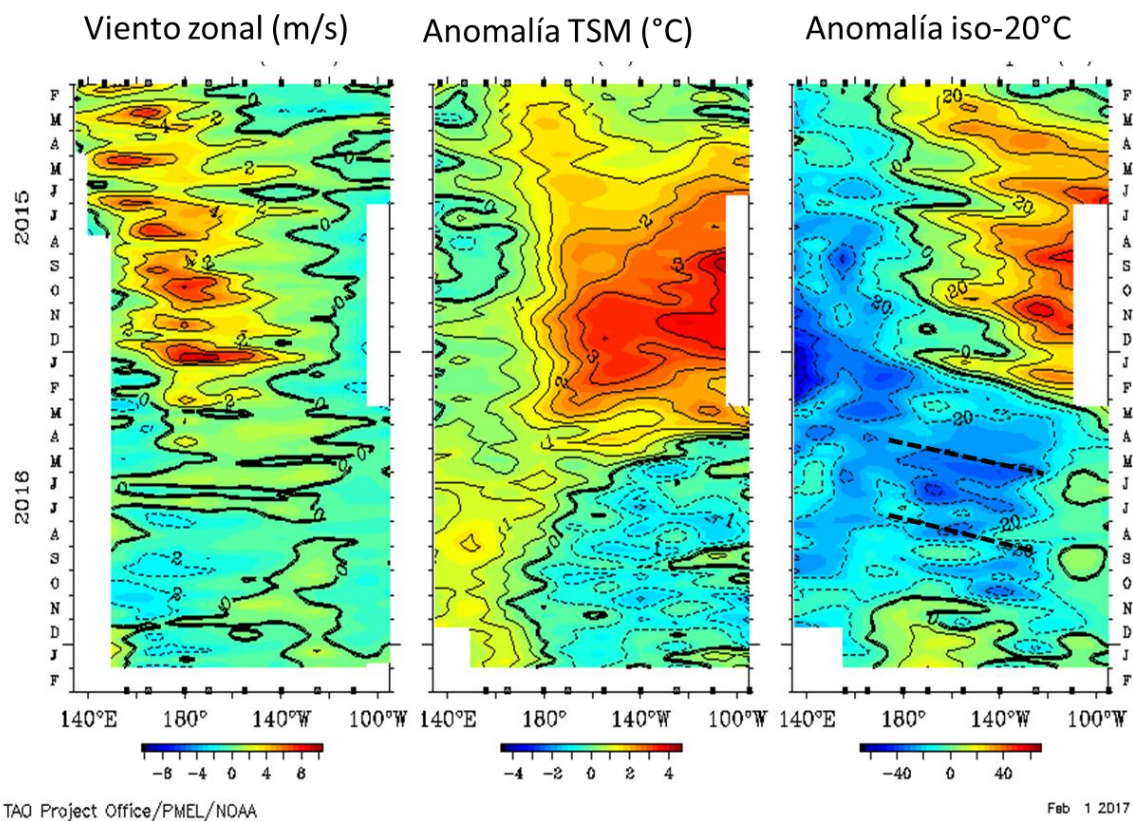


Figura 3.1.1.9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del viento zonal ecuatorial (a), anomalía de la TSM (b) y anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO/TRITON. Procesamiento: IGP

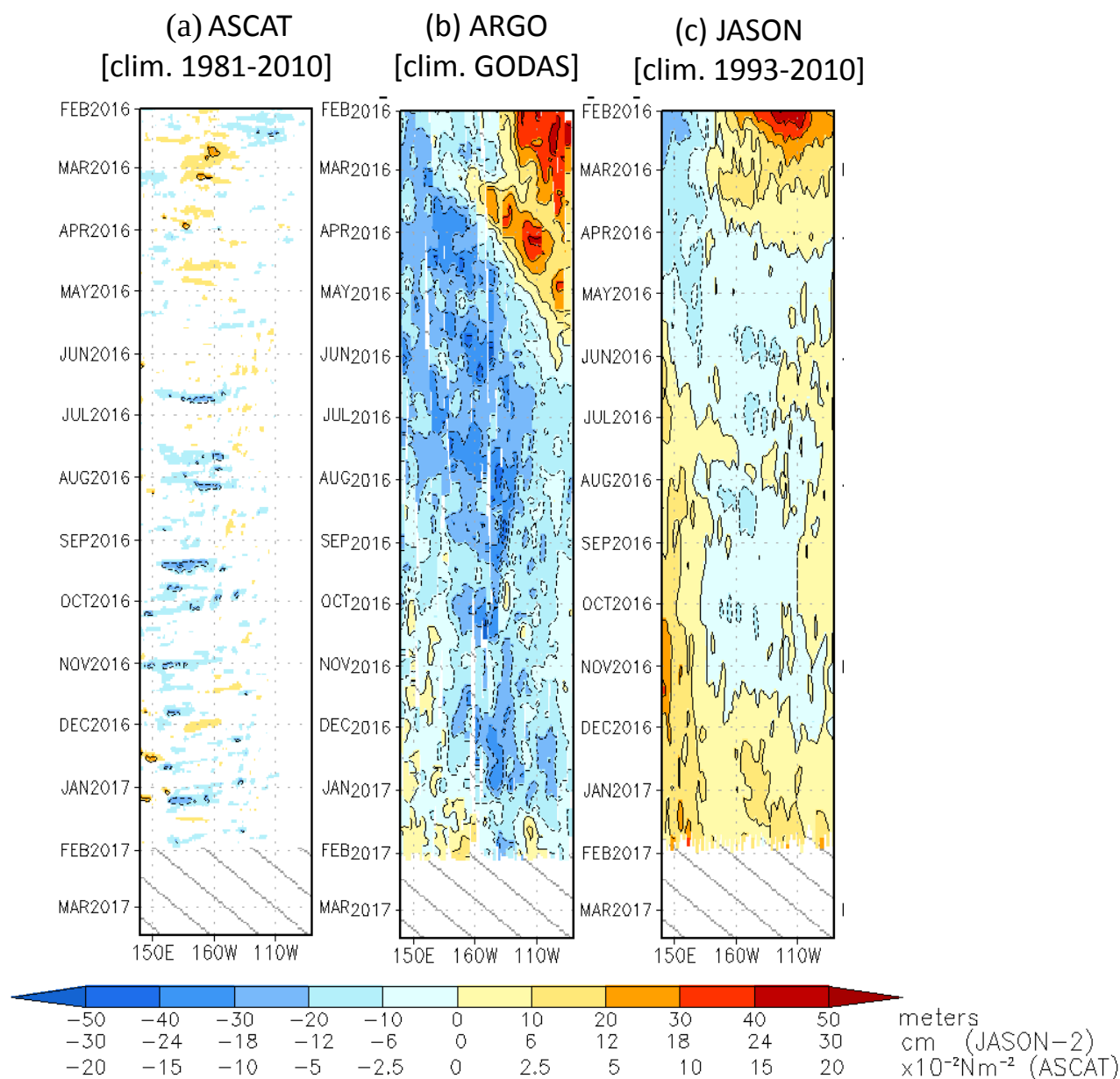


Figura 3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de los derivadores de Argo (b) y datos del nivel del mar de JASON-2 (c). Las líneas diagonales plumas representan una propagación hacia el este con velocidad de 2,7 m/s para la Onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP

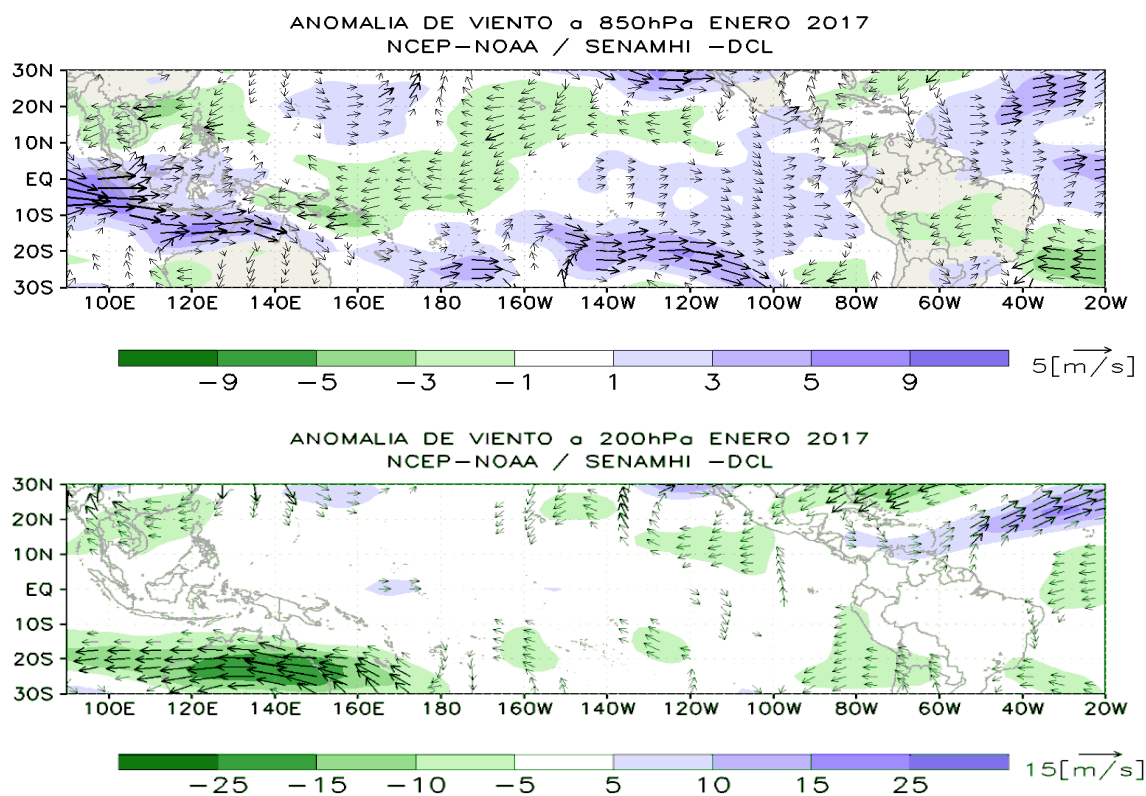


Figura 3.1.1.11. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de enero del 2017. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.

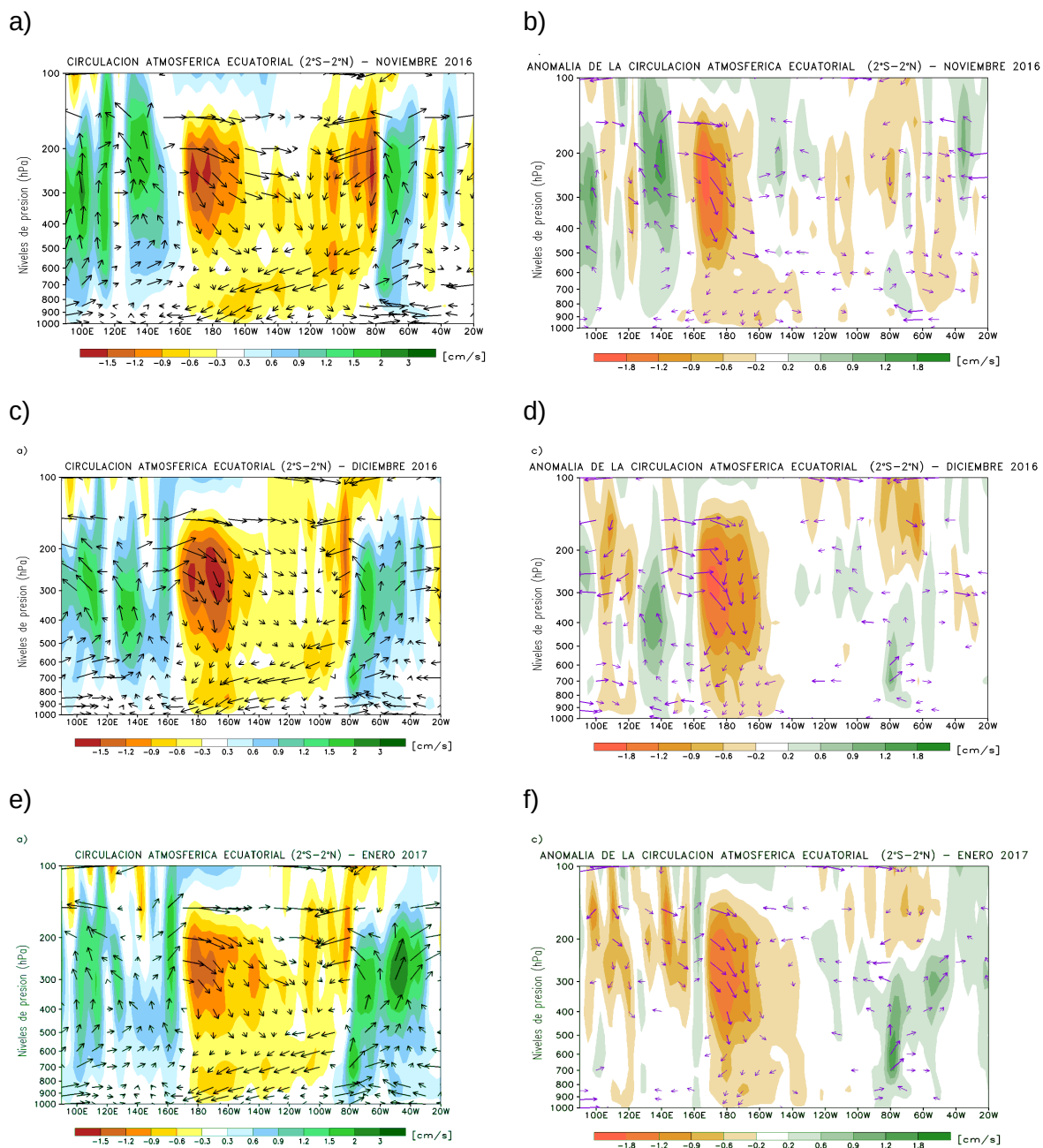


Figura 3.1.1.12. Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de noviembre (a y b); diciembre (c y d); y enero (e y f) del 2017, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

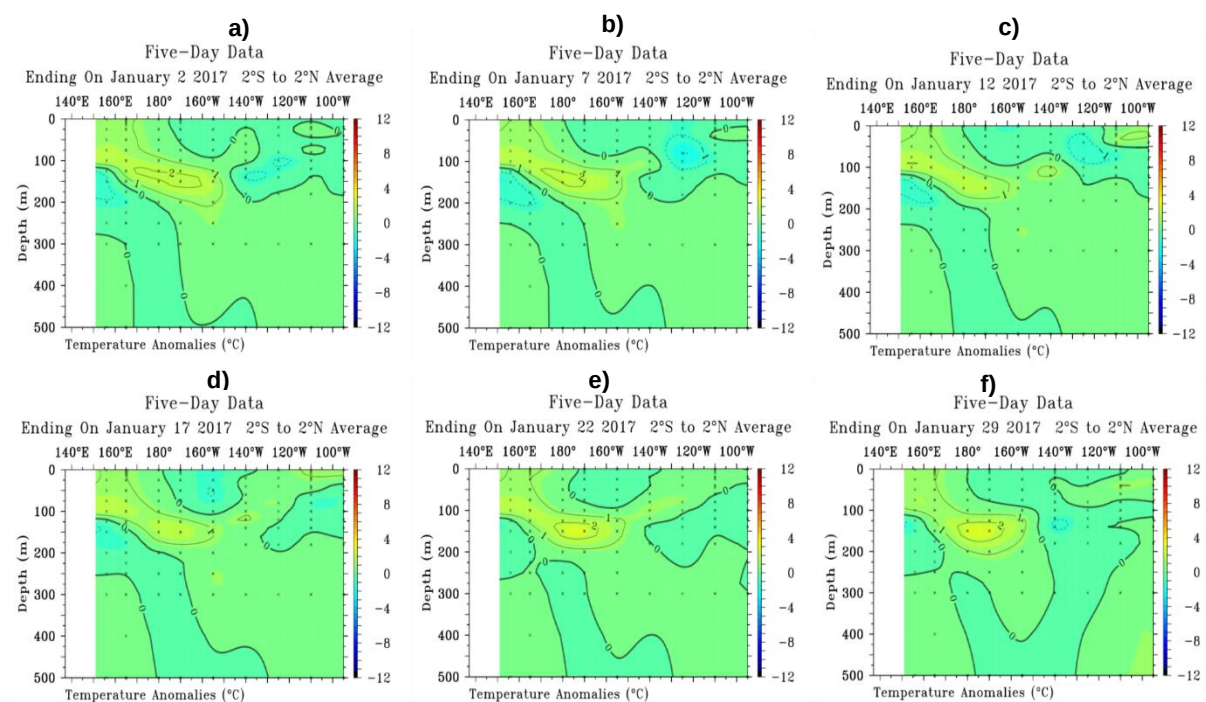


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 2 de enero, b) 7 de enero, c) 12 de enero, d) 17 de enero, e) 22 de enero y f) 29 de enero de 2017. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

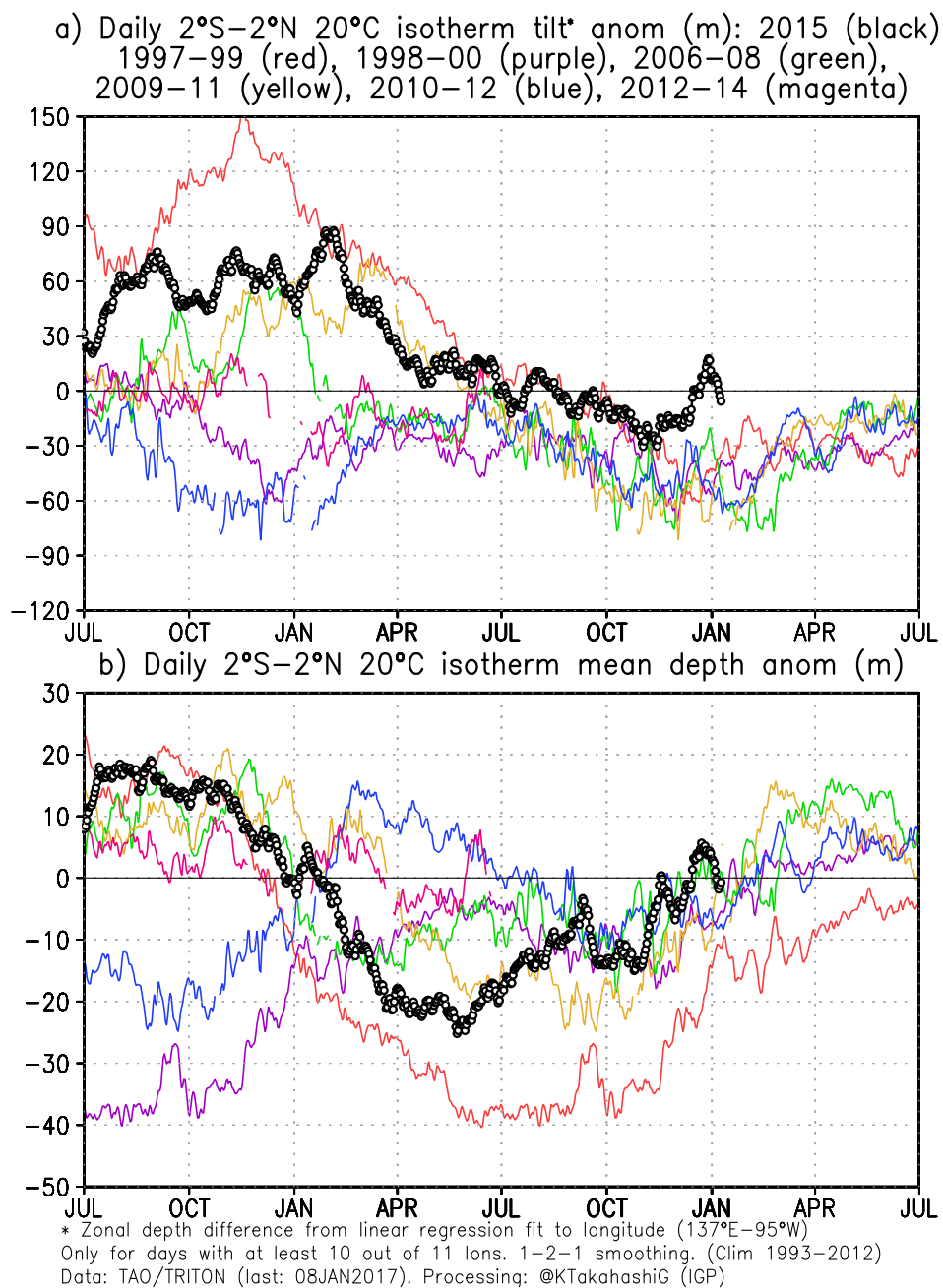


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina, diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP.

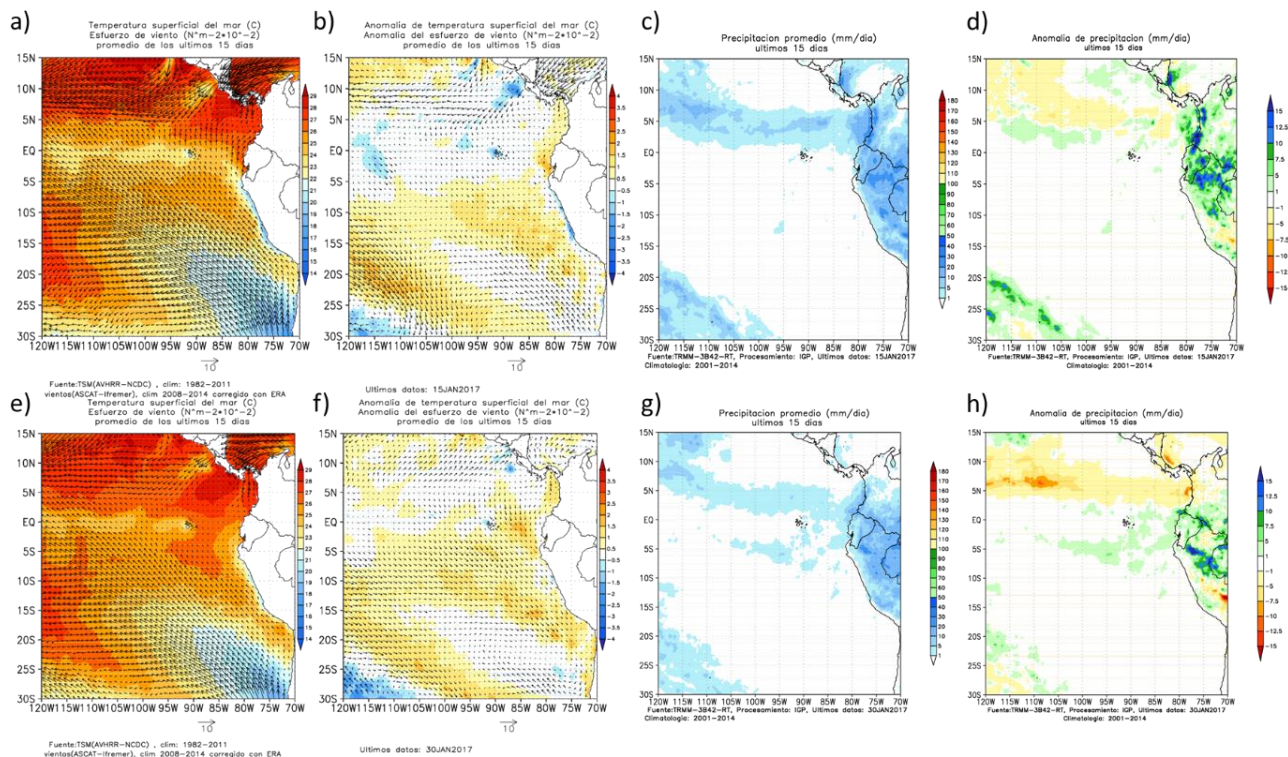


Figura 3.2.1.2. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondientes a la primera (panel superior) y segunda (panel inferior) quincena del mes de enero, (a, e) valores absolutos de precipitación, (b, f) anomalía de precipitación, (c, g) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, (d, h) anomalías de TSM y del esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NOCD-NOAA, ASCAT-Ifrermer // Procesamiento IGP.

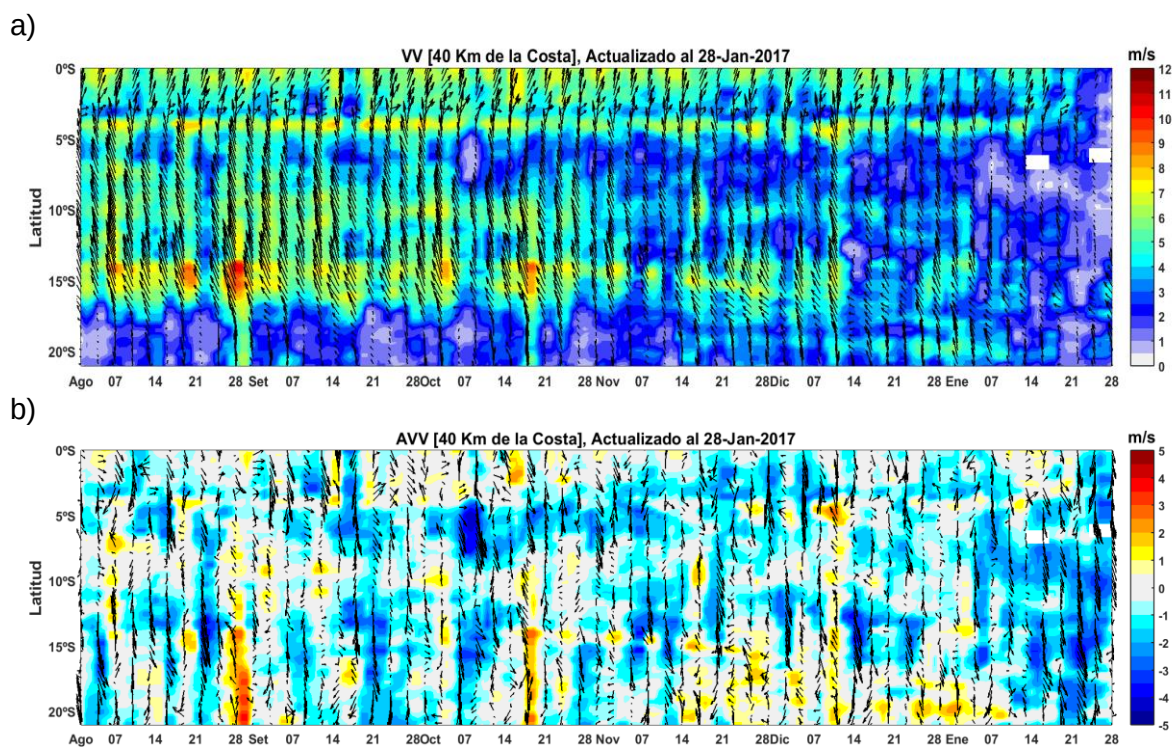


Figura 3.2.1.3. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalia del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de agosto del 2016 al 28 de enero del 2017. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

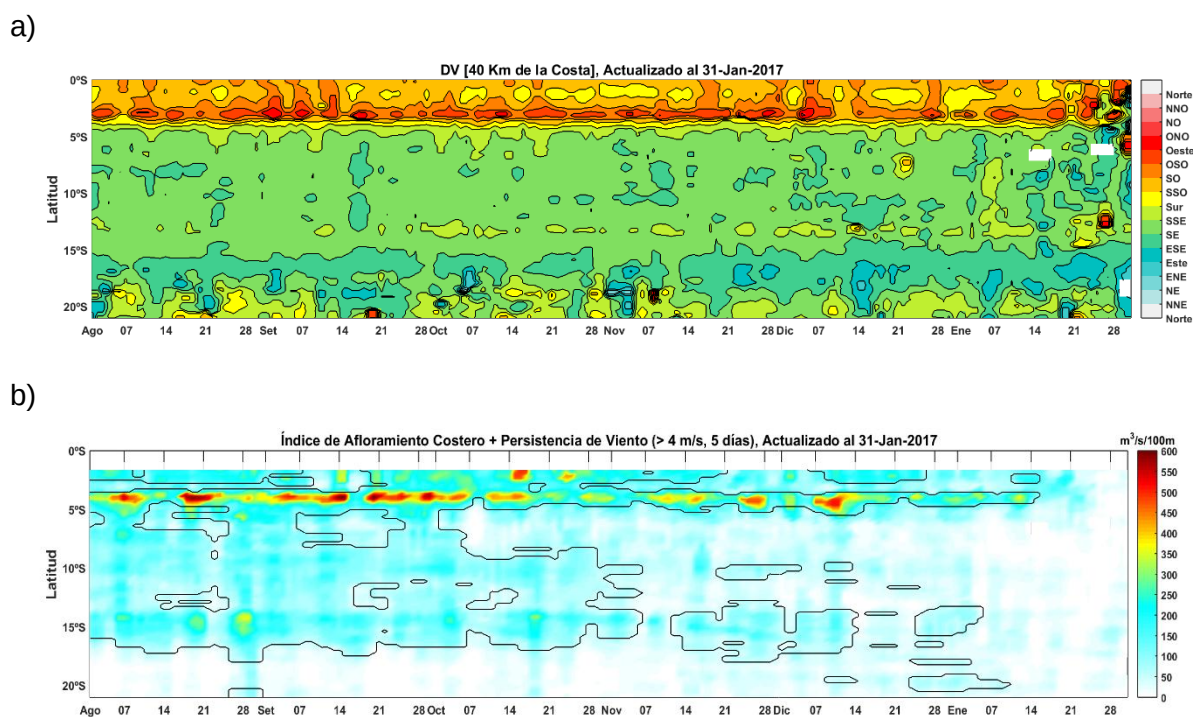


Figura 3.2.1.4. a) Dirección del viento a 40 Km de la costa; b) Índice de Afloramiento Costero (Calculado a partir del viento a 40 Km frente a la costa del Perú). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE

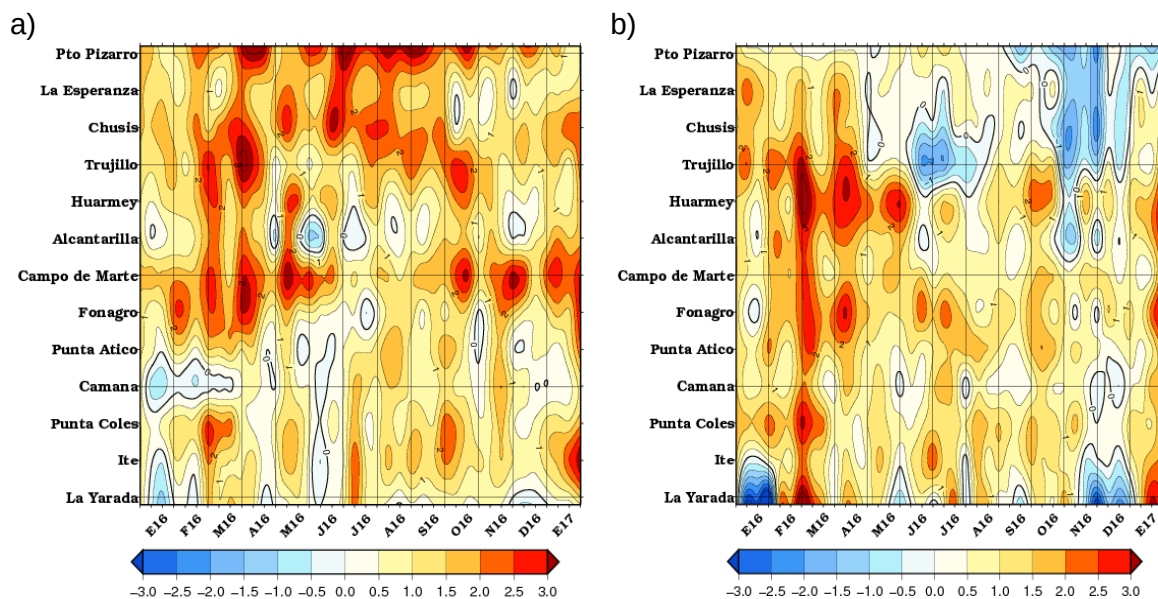


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2016 a enero del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

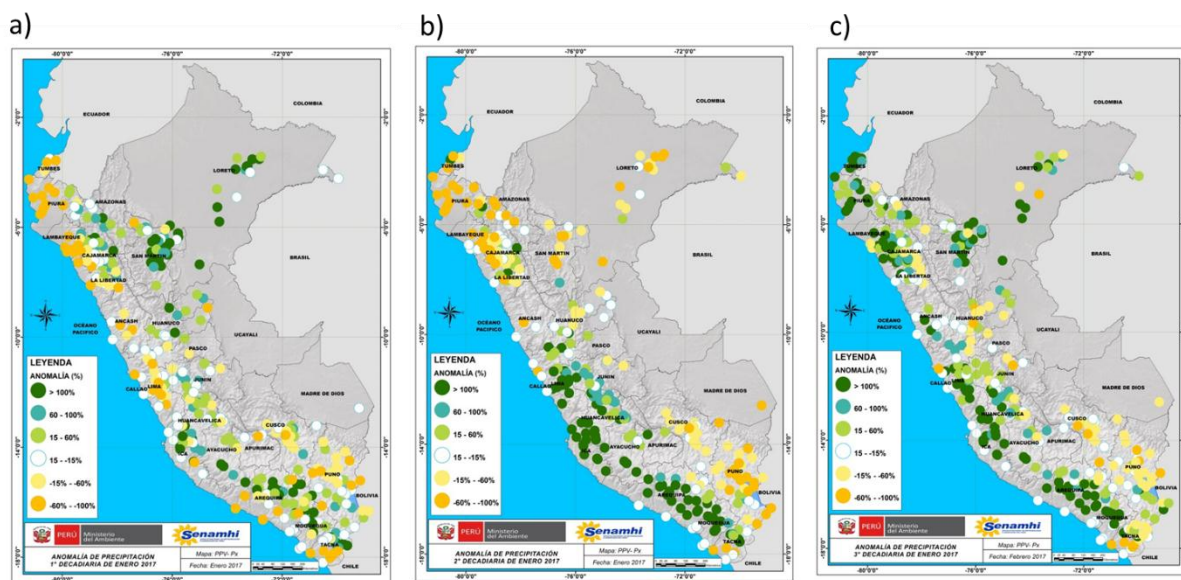


Figura 3.2.3.1. Mapas de anomalías de precipitación acumulada (%), en periodos de 10 días (decadiarias) del mes de enero 2017, registradas en estaciones meteorológicas del SENAMHI, a) 1^{ra} Decadiaria, b) 2^{da} Decadiaria y c) 3^{ra} Decadiaria. Fuente SENAMHI.

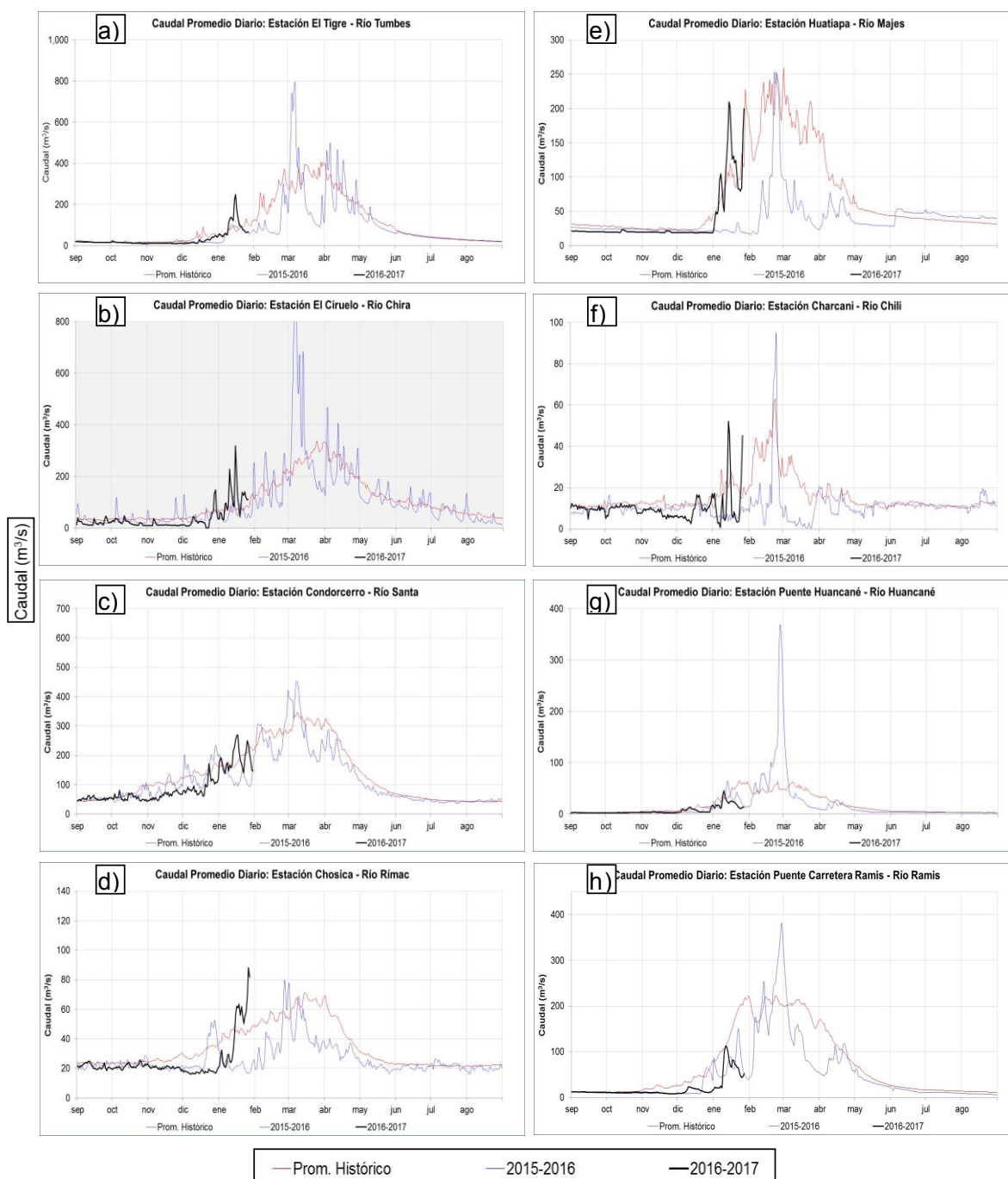


Figura 3.2.3.2. Series de tiempo actualizados a fines de enero del 2017, de los caudales diarios (m^3/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre a agosto: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rímac, e) Majes, f) Chili, de la vertiente del Pacífico; g) Huancané y h) Ramis, de la cuenca 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: ANA.

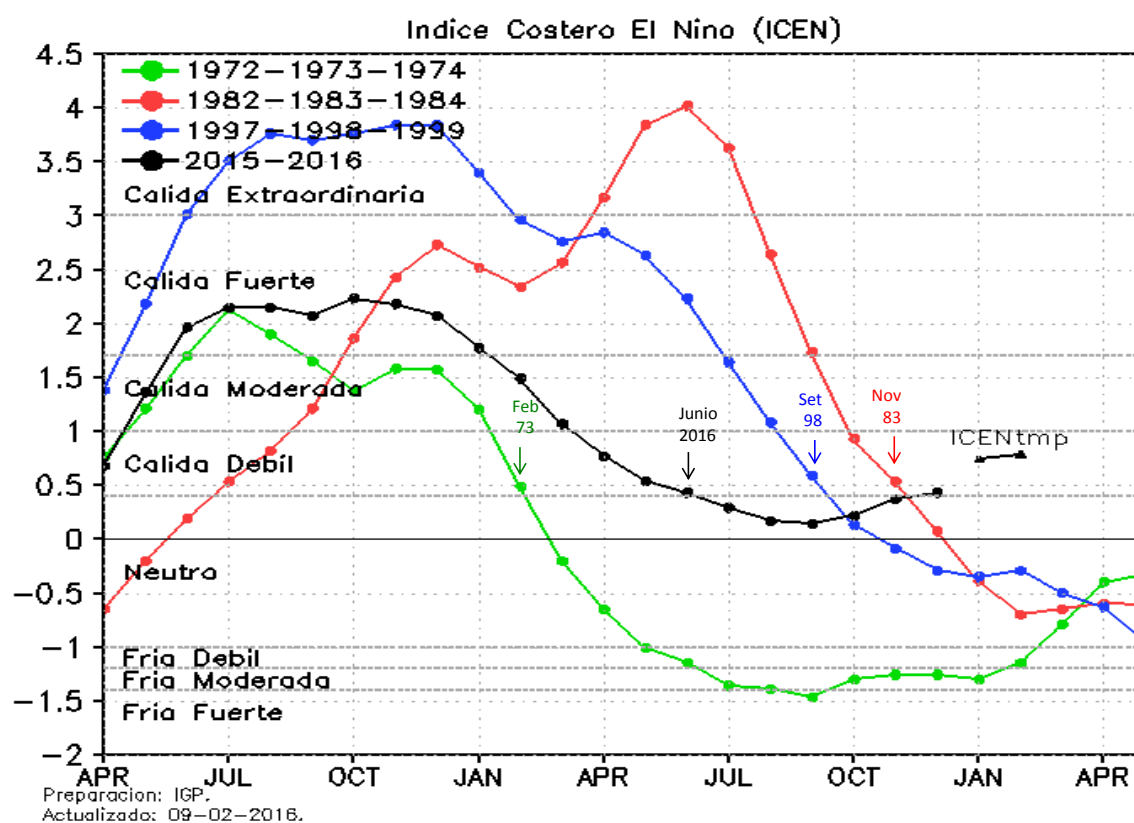


Figura 3.2.4.1. Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016 (negro). Fuente IGP.

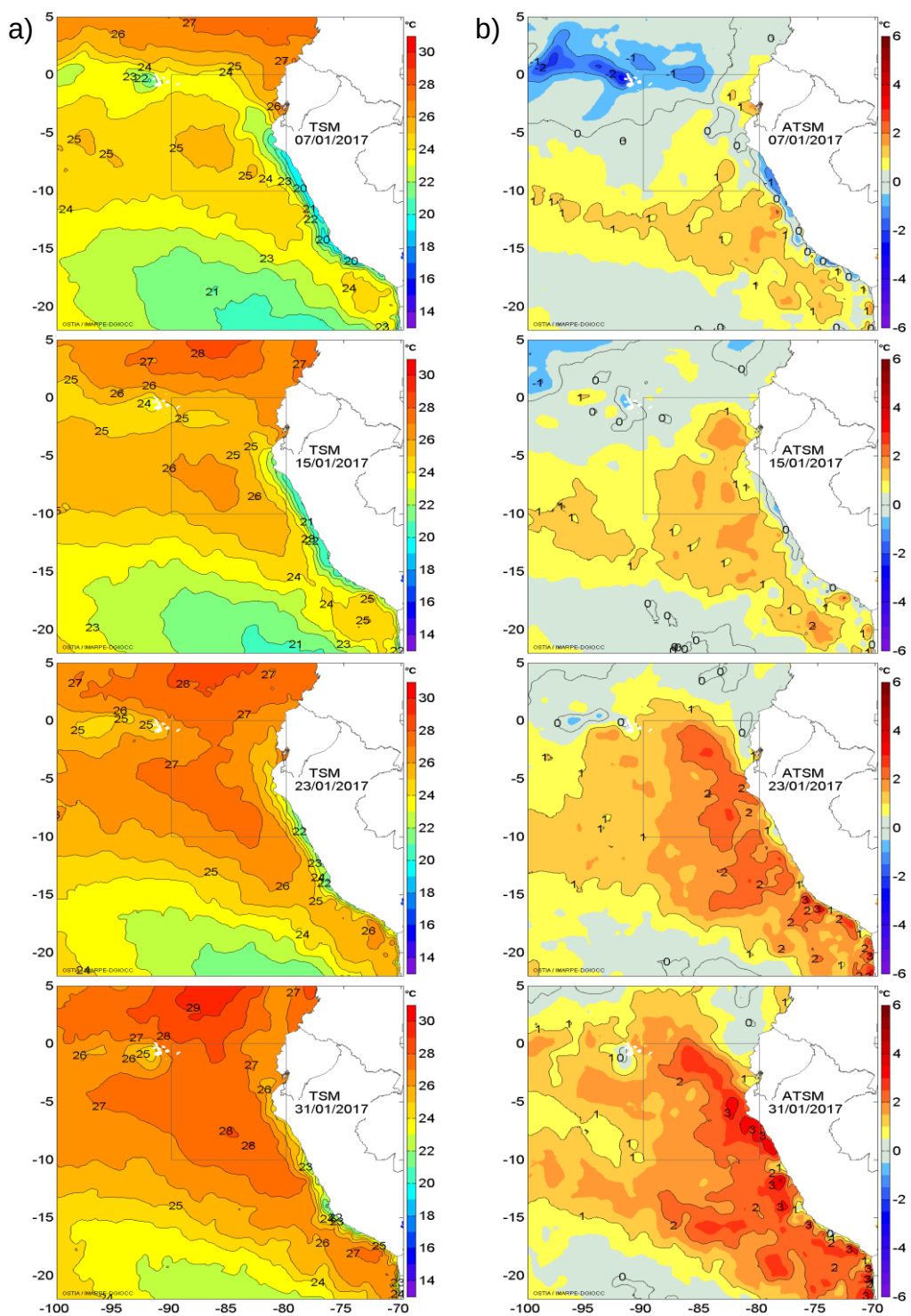


Figura 3.2.4.2. Condiciones térmicas del océano frente a Perú, a) Temperatura Superficial del Mar (TSM) y b) Anomalías de la TSM (°C), durante los días 07, 15, 23 y 31 de enero del 2017. El cuadrante indica el límite de la región Niño 1+2. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE-DGIOCC.

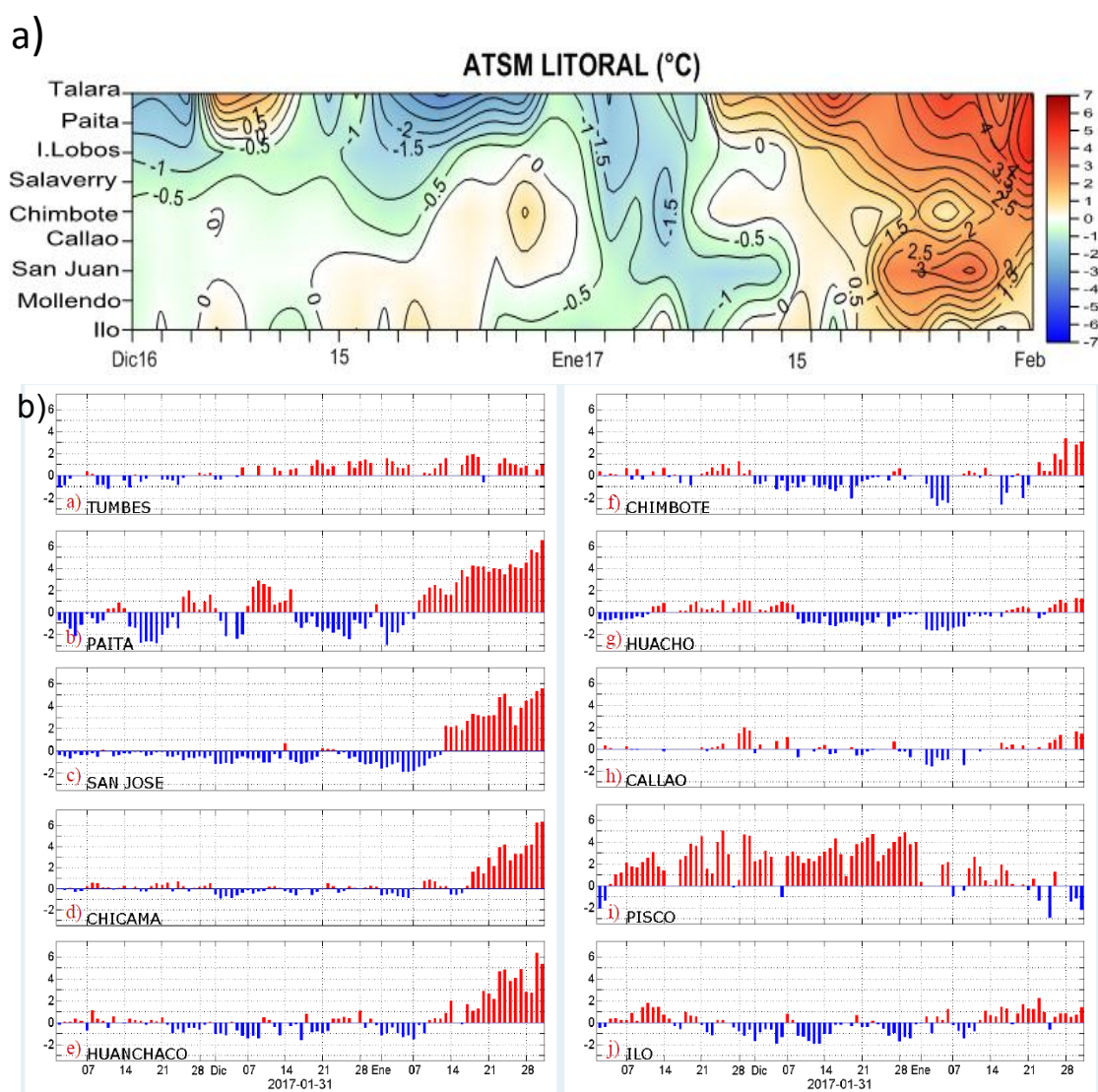


Figura 3.2.4.3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta enero del 2017; a) Series diarias y b) Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, c) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.

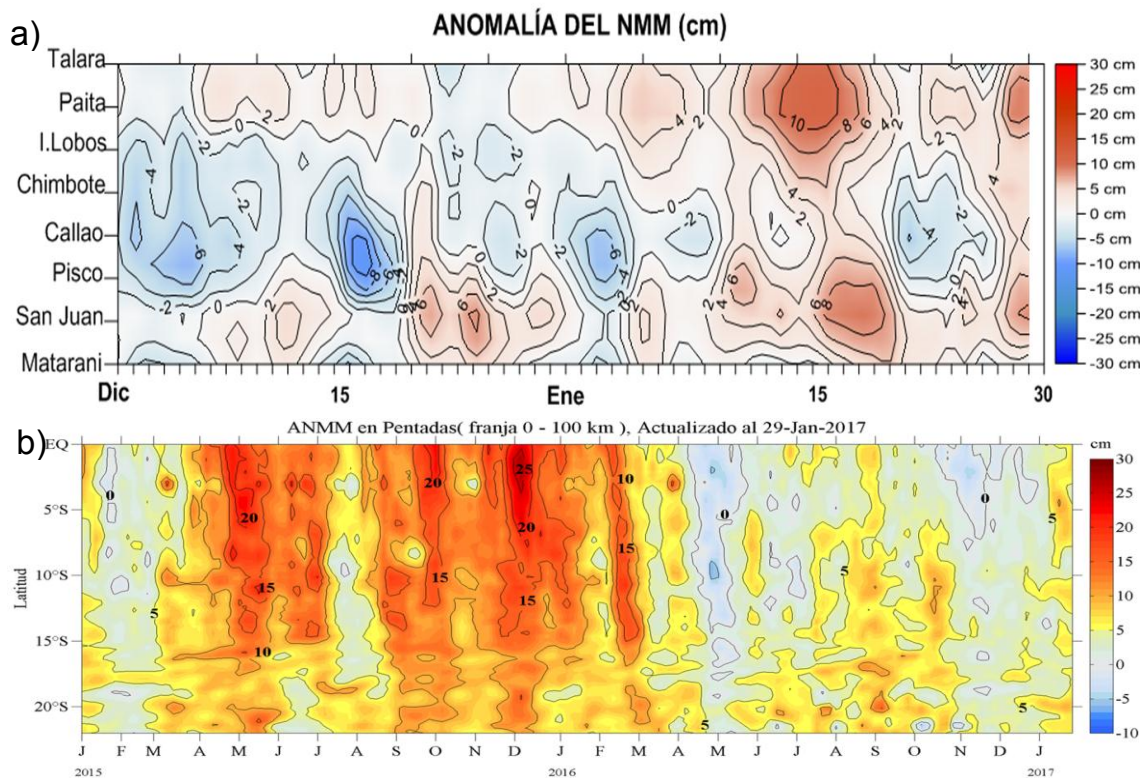


Figura 3.2.4.4. Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a enero del 2016, a) Series diarias y b) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN, c) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2016; Fuente AVISO – IMARPE.

SECCION PAITA (27-28 Enero del 2017)

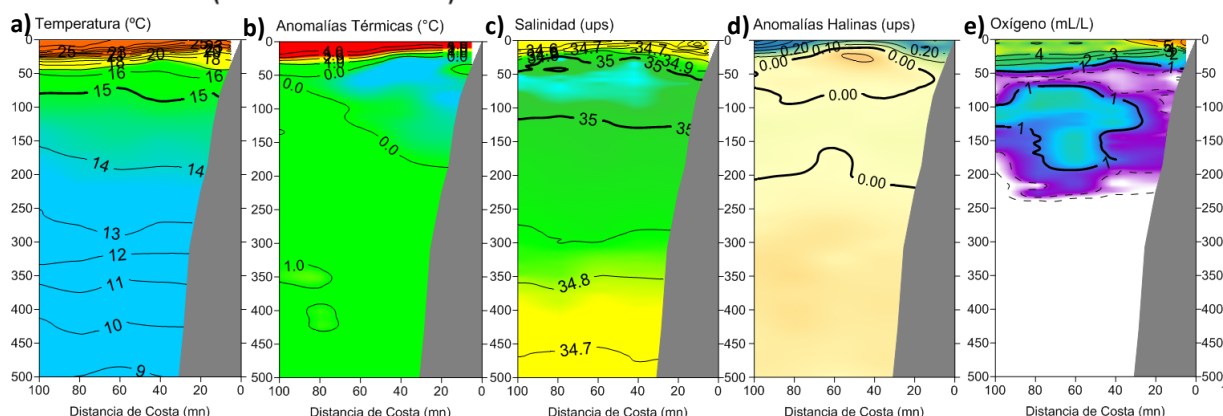


Figura 3.2.5.1 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de enero de 2017. Fuente: IMARPE.

SECCION CHICAMA (25-26 de Enero del 2017)

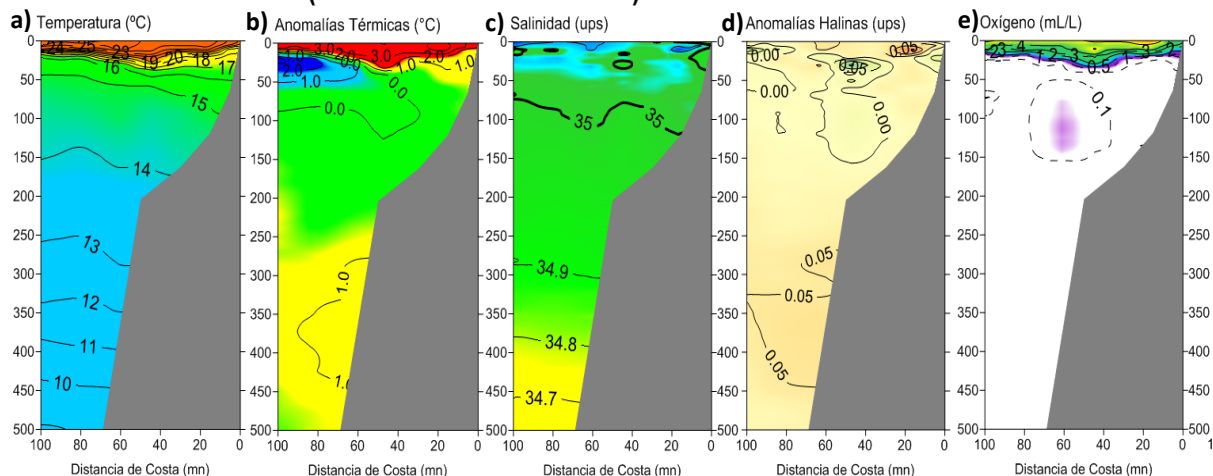


Figura 3.2.5.2 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 25 y 26 de enero de 2017. Fuente: IMARPE.

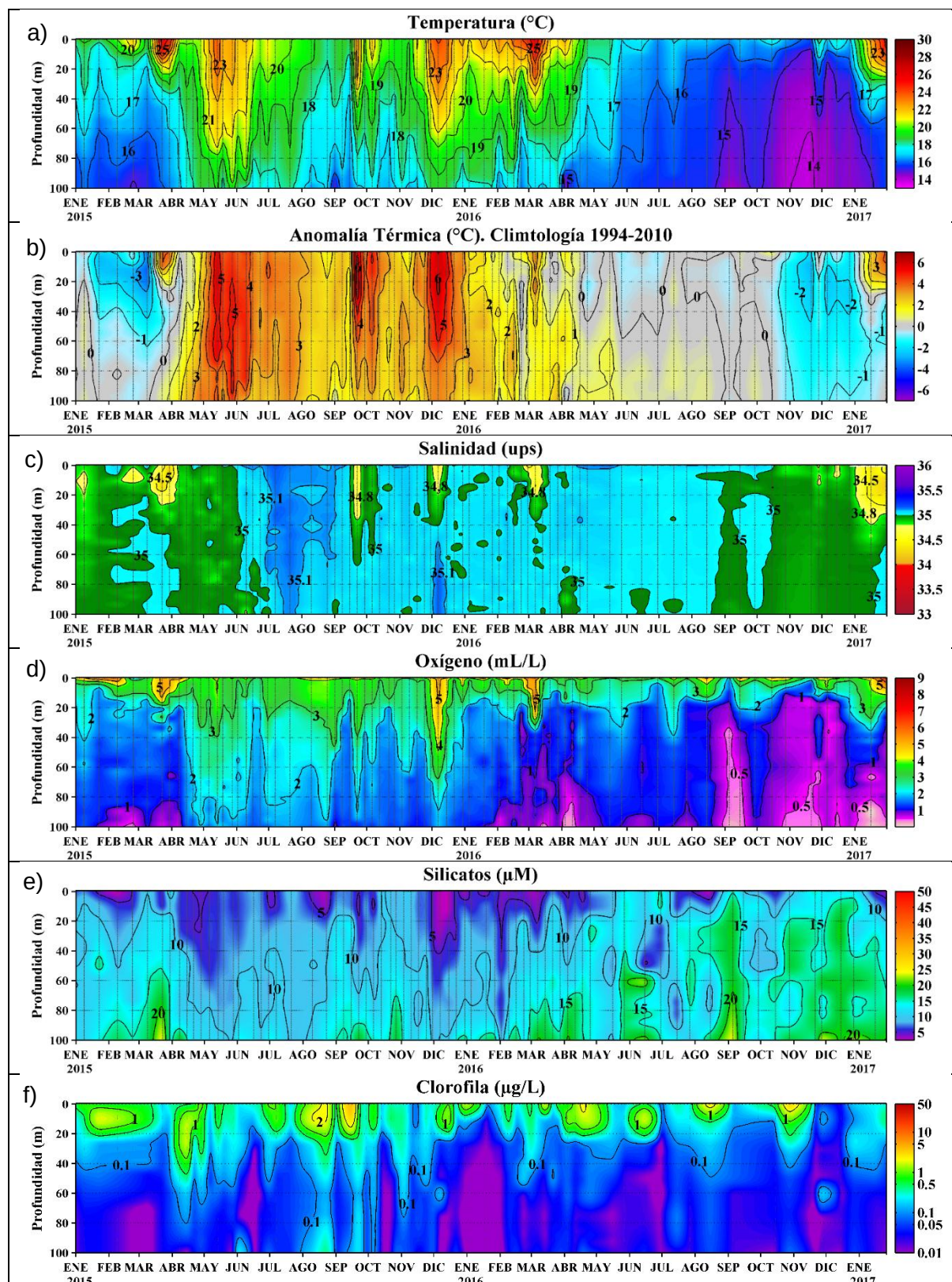


Figura 3.2.5.3 Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (μM) y f) Clorofila (μg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 30 de enero de 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

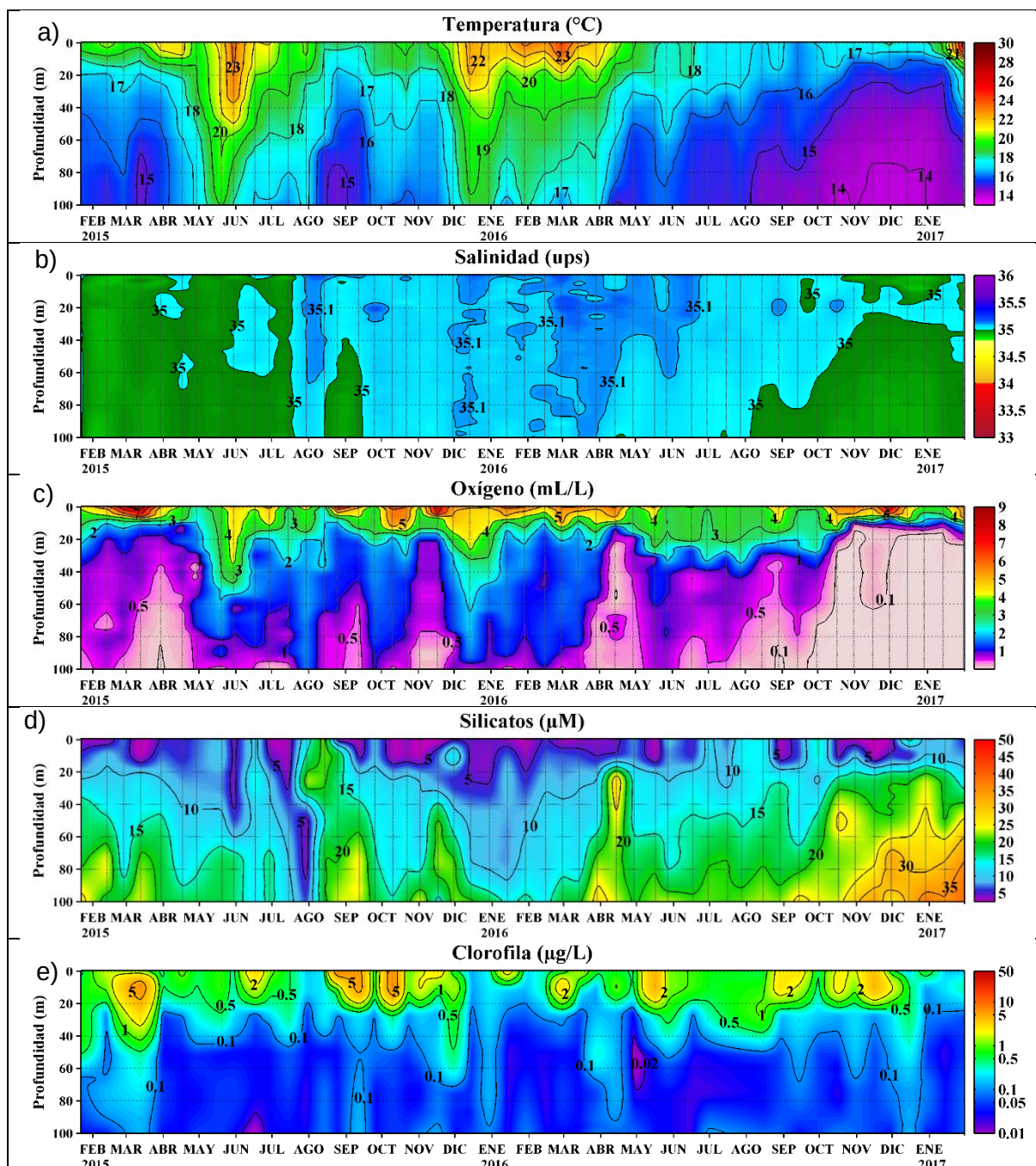


Figura 3.2.5.4. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Silicatos (µM) y e) Clorofila (µg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 31 de enero de 2017. Fuente: IMARPE.

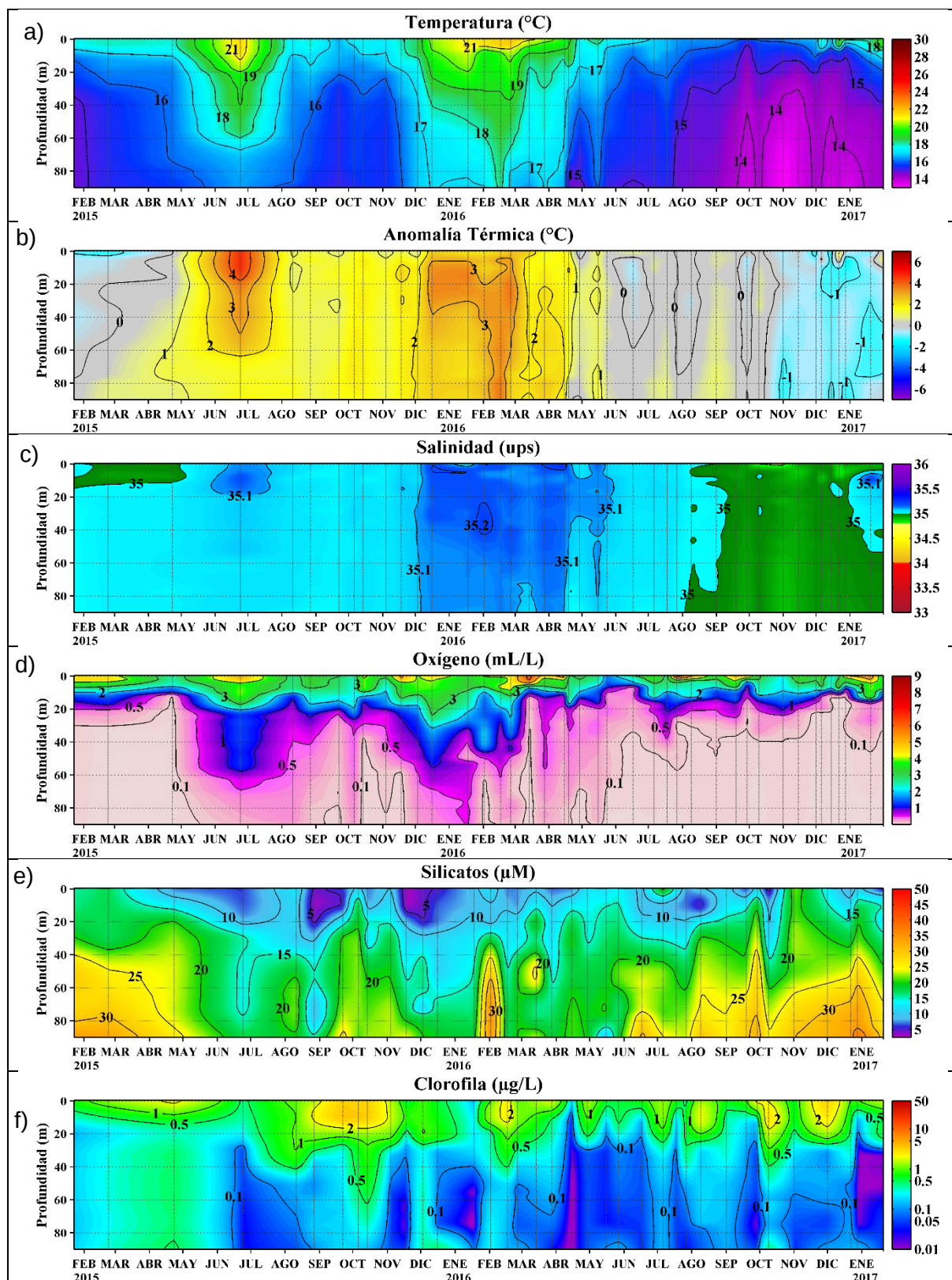


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (µM) y f) Clorofila (µg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 31 de enero de 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

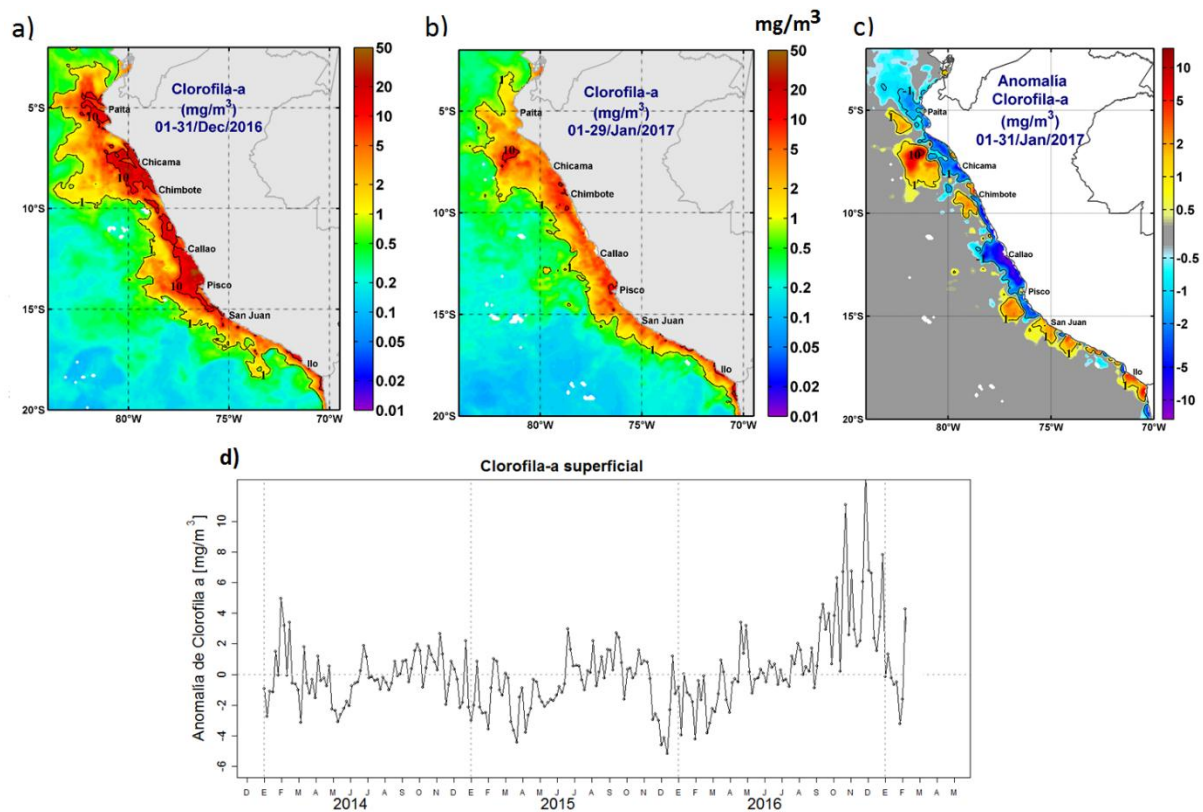


Figura 3.2.6.1. Clorofila satelital promedio para el mes de diciembre 2016 (a) y enero 2017 (b) del satélite MODIS frente a Perú. Anomalía de clorofila-a satelital en enero 2017 (c). Además, se presenta la serie de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100 km de la costa) provenientes del satélite MODIS entre enero del 2014 a diciembre del 2016 (d).

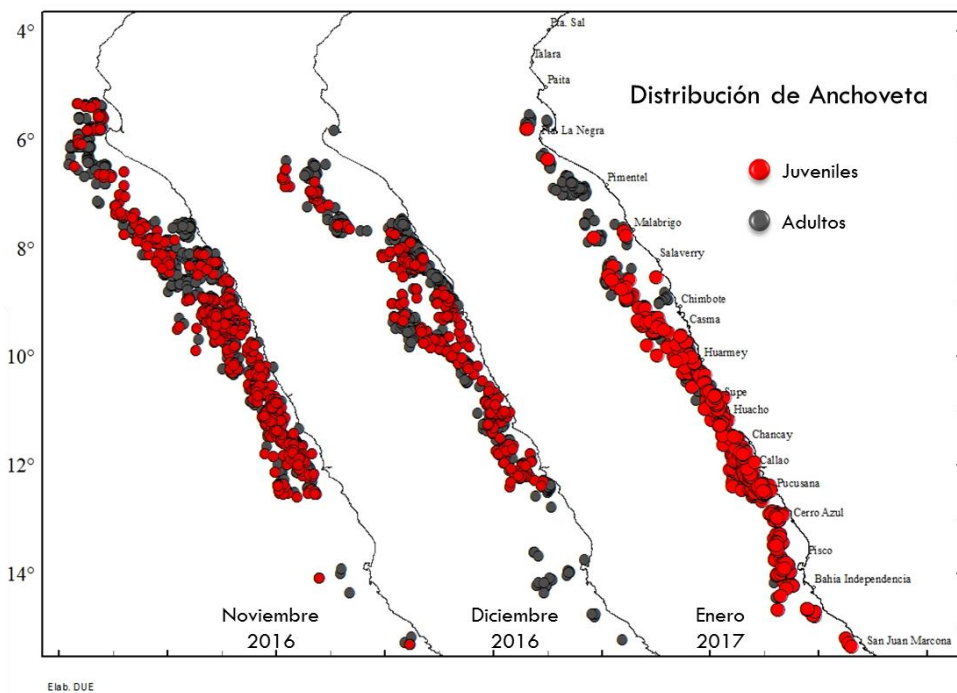


Figura 3.2.7.1. Distribución espacial de las capturas de anchoveta durante enero 2016.
Fuente: LBR/IMARPE

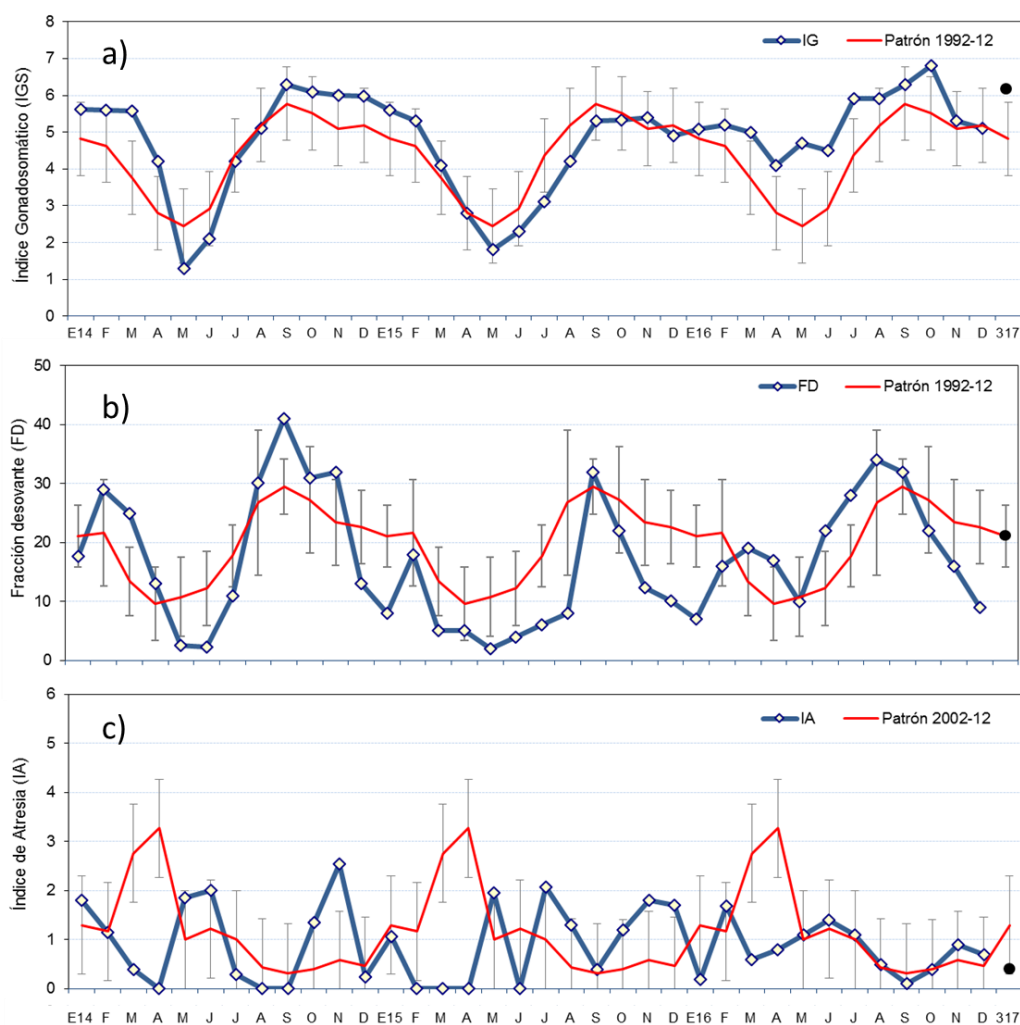


Figura 3.2.7.2. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2014 – enero 2016. **Fuente:** LBR/IMARPE

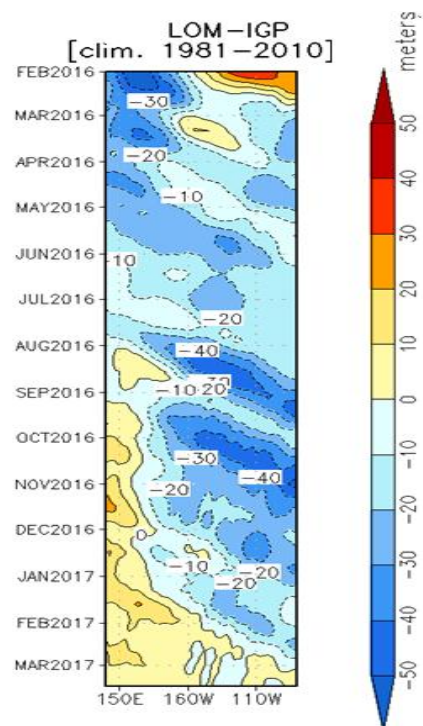


Figura 4.2.1. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico Ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).

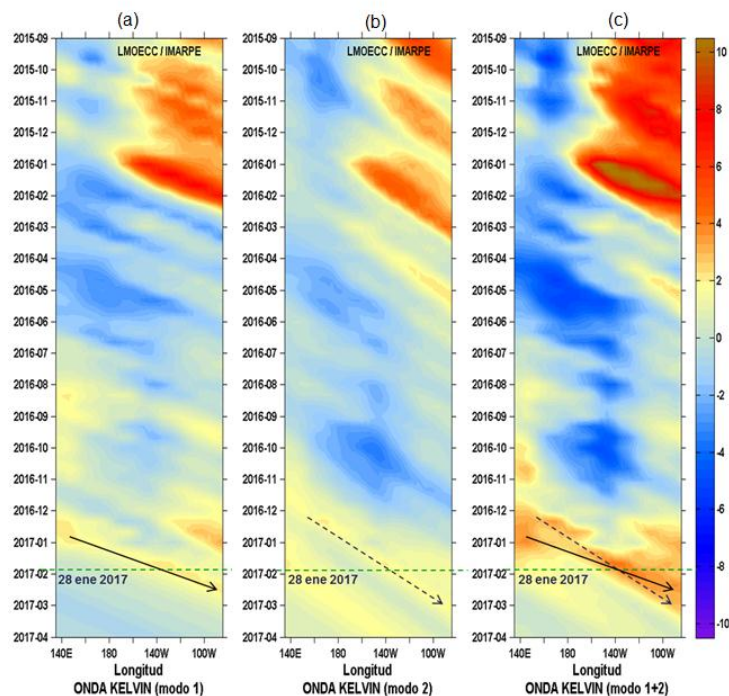


Figura 4.2.2. Diagramas Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico Ecuatorial. Modelo oceánico de complejidad intermedia: Modo 1 (a), Modo 2 (b), Modos 1+2 (c) de la isoterma de 20°C, en metros. La línea discontinua horizontal indica el inicio del pronóstico.

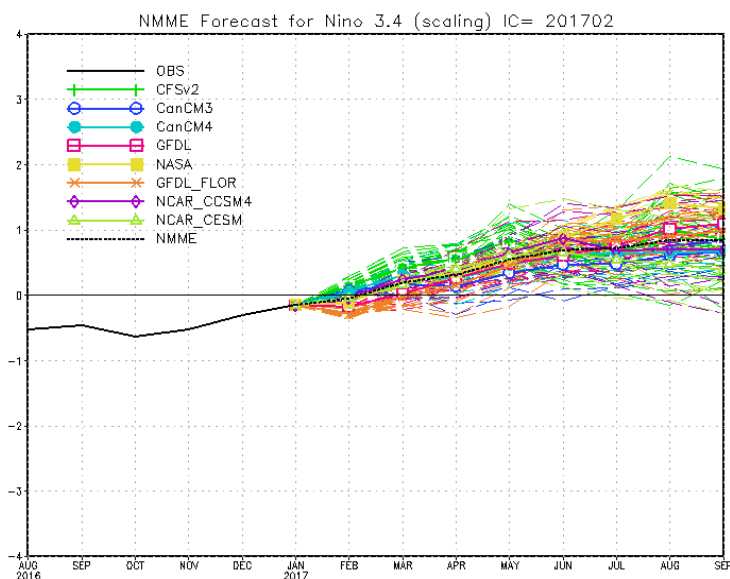


Figura 4.2.3. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

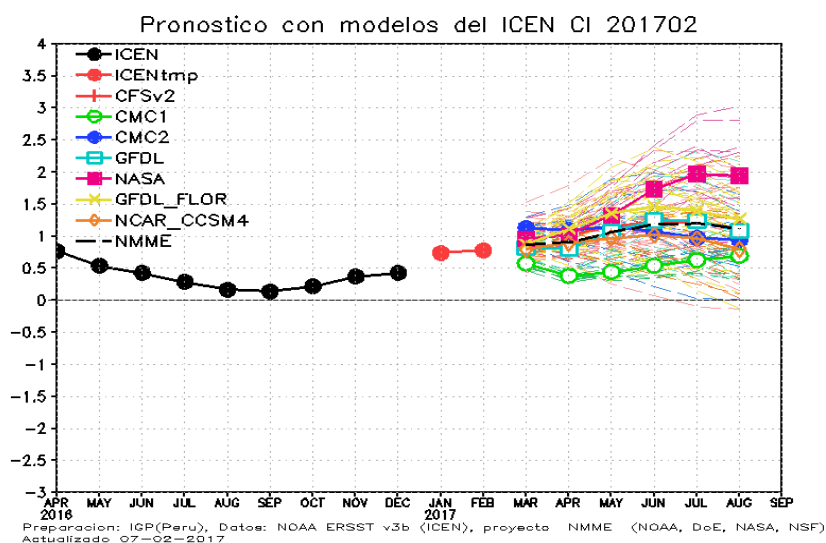


Figura 4.2.4. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENTmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, NCAR y el modelo ECMWF tienen como condición inicial el mes de enero de 2017. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.

8. TABLAS

Tabla 3.2.3.1 Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de enero 2017. Fuente ANA.



SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS - SNIRH
CUADRO: PERÚ: VOLUMEN DE AGUA ALMACENADO EN RESERVORIOS PRINCIPALES

Zona	Nombre del Reservorio	Fecha del dato	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	POECHOS	31-ene	Piura	396.1	236.1	59.6
Costa - Norte	SAN LORENZO	31-ene	Piura	193	59.5	30.8
Costa - Norte	TINAJONES	31-ene	Lambayeque	319	76.8	24.1
Costa - Norte	GALLITO CIEGO	31-ene	Cajamarca	366	109.6	29.9
Costa - Centro	VICONGA	30-ene	Lima	30	8.6	28.7
Costa - Sur	CONDOROMA	31-ene	Arequipa	259	79.6	30.7
Costa - Sur	EL PAÑE	31-ene	Cusco	99.6	25.2	25.3
Costa - Sur	LOS ESPAÑOLES	31-ene	Arequipa	9.1	3.9	43
Costa - Sur	PILLONES	31-ene	Arequipa	76.9	37.5	48.8
Costa - Sur	EL FRAYLE	31-ene	Arequipa	127.2	100.7	79.1
Costa - Sur	AGUADA BLANCA	31-ene	Arequipa	30.4	20.4	67.2
Costa - Sur	CHALHUANCA	31-ene	Arequipa	25.2	7.4	29.3
Costa - Sur	BAMPUTAÑE	31-ene	Puno	40	10.7	26.7
Costa - Sur	PASTO GRANDE	31-ene	Moquegua	175	60.7	34.7
Costa - Sur	PAUCARANI	30-ene	Tacna	10.5	3	28.7
Costa - Sur	ARICOTA	31-ene	Tacna	260	180.8	69.5
Sierra - Centro	CUCHOQUESERA	31-ene	Ayacucho	80	20.3	25.4
Sierra - Centro	LAGO JUNIN	31-ene	Junin	441	135.7	30.8
Sierra - Sur	LAGUNILLAS	31-ene	Puno	500	381	76.2
Sierra - Sur	SIBINACocha	31-ene	Cusco	120	65.6	54.7
Situación Nacional		-	-	3558	1623.1	45.6

Tabla 3.1.2.1 Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de abril a diciembre del 2016. Además el ONItmp para enero y febrero del 2017. Fuente IGP.

Mes	ONI	Categoría
04/2016	1.09	Cálida Moderada
05/2016	0.60	Cálida Débil
06/2016	0.10	Neutra
07/2016	-0.32	Neutra
08/2016	-0.58	Fría Débil
09/2016	-0.75	Fría Débil
10/2016	-0.84	Fría Débil
11/2016	-0.84	Fría Débil
12/2016	-0.73	Fría Débil

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

Mes	ONItmp	Categoría
01/2016	-0.46*	Neutra
02/2017	-0.14**	Neutra

* Se usaron los datos de (Dic 2016 y Ene 2017) ERSST4, (Feb. 2017) .

** Se usaron los datos de (Ene. 2017) ERSST4, (Feb. y Mar. 2017)

Tabla 3.2.4.1 Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de abril de 2016 a diciembre de 2016. Además el ICENtmp para los meses de enero y febrero 2017. Fuente IGP.

Mes	ICEN	Categoría
04/2016	0.77	Cálida Débil
05/2016	0.54	Cálida Débil
06/2016	0.43	Cálida Débil
07/2016	0.29	Neutra
08/2016	0.17	Neutra
09/2016	0.14	Neutra
10/2016	0.22	Neutra
11/2016	0.37	Neutra
12/2016	0.43	Cálida Débil

Mes	ICENtmp	Categoría
01/2017	0.74*	Cálida Débil
02/2017	0.78**	Cálida Débil

* Se usaron los datos de (Dic. 2016 y Ene. 2017) ERSST3v, (Feb 2017) NMME.

** Se usaron los datos de (Ene. 2017) ERSST3v, (Feb. Y mar 2017)NMME
NMME CI 2017 02

Tabla 3.2.4.2 Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre agosto 2016 – enero de 2017. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	Anomalías de la TSM (°C)						Anomalías del NMM (cm)					
	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene
Talara	-0.9	-0.7	-1.7	-2.3	-1.3	1.0	4	2	3	-1	0	4
Paíta	0.3	0.6	-0.2	-0.1	-0.1	2.4	6	4	3	1	1	6
Isla Lobos de Afuera	0.8	0.3	0.4	-0.5	-1	0.7	2	0	0	-4	-3	3
Chimbote	0.8	0.9	1.1	0.6	-0.2	-0.2	3	1	1	-2	-2	1
Callao	0.3	0.5	1.0	0.6	0.4	0.2	0	-4	-1	-4	-4	-1
San Juan	0.4	0.1	0.4	0.4	0	0.5	4	2	5	-5	3	5
Mollendo	0.9	0.5	0.4	0.4	-0.2	-0.2	-	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	-	5	2	1	-1	-1	1
Ilo	1.1	1.0	1.0	0.5	-0.1	0.1	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.2.1 Pronósticos de ONI por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 3.4). Para los trimestres NDE y DEF los meses de noviembre y diciembre son datos observados.

Modelo	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFS2		0.02	0.74	0.80	0.94	1.02	1.12	1.14
CMC1		-0.11	0.12	0.17	0.22	0.34	0.49	0.64
CMC2		-0.02	0.28	0.45	0.56	0.77	0.94	1.05
GFDL		-0.24	0.09	0.42	0.74	1.07	1.38	1.56
NASA		-0.13	0.25	0.53	0.74	1.01	1.39	1.67
GFDL_FLOR		-0.31	-0.07	0.21	0.49	0.79	1.07	1.27
NCAR_CCSM4		-0.12	0.18	0.38	0.54	0.66	0.78	0.84
NMME		-0.13	0.23	0.42	0.60	0.81	1.02	1.17
ONItmp	-0.46							

Tabla 4.2.2 Pronósticos de ICEN por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2). Para los trimestres DEF y EFM los meses de diciembre y enero son datos observados.

Modelo	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFS2		0.74	0.98	1.03	1.15	1.23	1.21	1.12
CMC1		0.64	0.58	0.38	0.44	0.54	0.63	0.69
CMC2		0.95	1.13	1.09	1.14	1.08	0.98	0.94
GFDL		0.77	0.82	0.81	1.07	1.24	1.24	1.08
NASA		0.85	0.96	1.02	1.33	1.74	1.97	1.95
GFDL_FLOR		0.72	0.88	1.11	1.35	1.46	1.39	1.27
NCAR_CCSM4		0.67	0.80	0.89	0.97	1.02	0.97	0.80
NMME		0.76	0.88	0.90	1.06	1.19	1.20	1.12
ICENtmp	0.74							