

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 4 N°02

Febrero de 2018

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:

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Miembros:

Calm. Jorge Manuel Paz Acosta

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

Dr. Ken Takahashi Guevara

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

Ing. Abelardo Amador De la Torre Villanueva

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada EP Jorge Chávez Cresta

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Valm. (r) Wladimiro Giovannini Y Freire

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

Grupo de Trabajo Científico Técnico

Coordinador Científico Técnico: Tte. Giácomo Morote Somontes.

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

SENAMHI: Grinia Avalos, Cristian Febre y Nelson Quispe.

DHN: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Fernando Allasi y Eduardo Choque.

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Litzia Cisneros y Jairo Chunga.

INDECI: Jakie Rojas.

CENEPRED: Ena Jaimes, Neil Alata y Yolanda Zamudio.

Año: 4

Redacción del informe: Grupo de Trabajo Científico Técnico ENFEN

Edición y Producción: Luis 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) 2018.

Informe Técnico ENFEN. Año 4, N° 02, febrero de 2018, 56 p.

El Informe Técnico ENFEN de febrero 2018 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web de las páginas electrónicas de las instituciones que conforman la Comisión y en la Pág. Web de la Comisión Multisectorial ENFEN: <http://enfen.gob.pe>. De tener inconveniente 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, Febrero 2018



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.

En mayo de 2017 se recompone el Comité y adquiere la denominación de Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, conformada por el Instituto del Mar del Perú IMARPE (Preside de 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) y el 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 actualmente con la participación de las instituciones de la Comisión Multisectorial ENFEN en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. En su producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres” y Actividad “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño” comprende una versión resumida “Comunicado Oficial ENFEN” que se publica mensualmente, y en algunas oportunidades quincenalmente en períodos de contingencia, así como una versión extendida “Informe Técnico ENFEN” de carácter mensual. Este último documento incorpora 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 de la Comisión 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) 05 de febrero, b) 10 de febrero, c) 20 de febrero, y d) 28 de febrero de 2018. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.	21
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.	22
3.1.1.3.	TSM (°C) durante marzo 2017 al 10 de marzo de 2018 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.	22
3.1.1.4.	Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de marzo de 2017 a marzo de 2018. Fuente: NCEP/NOAA.	23
3.1.1.5.	Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), desde enero de 2016 a febrero de 2018, considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.	23
3.1.1.6.	a) Anomalía mensual de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) y b) Anomalías pentadales de OLR desde marzo de 2017 hasta el 09 de marzo de 2018. Datos: NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.	24
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 julio de 2015 hasta al mes de febrero de 2018. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	25
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 julio de 2015 hasta el mes de febrero de 2018. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	25
3.1.1.9.	Diagrama de anomalías longitud-tiempo de (a), vientos zonales y (b) temperatura superficial del mar y (c) profundidad de la isoterma de 20C. Promedio entre 2°N – 2°S, desde marzo de 2016 a marzo de 2018 con datos de TAO/TRITON.	26
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 Rosbby, 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).	26
3.1.1.11	Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 850 hPa para el mes de febrero del 2018. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.	27
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) del 2017, enero (e y f) y febrero (g y h) del 2018, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.	28
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) 4 de febrero, b) 09 de febrero, c) 14 de febrero, d) 19 de febrero, e) 24 de febrero y f) 01 de marzo de 2018. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	29
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.	30
3.2.1.1.	Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el de mes de febrero. 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 febrero; Inferior: Anomalía de la Presión a nivel del mar en el mes de febrero. Procesamiento: SENAMHI-SPC.	31
3.2.1.2	Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de febrero, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, y c) Ubicación espacial de la ZCIT durante enero basado en la precipitación acumulada (mm/mes) estimada por satélite. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifremer, GFS – NOAA / Procesamiento IGP/SENAMHI-SPC.	32

3.2.1.3.	(Arriba) Velocidad del viento (m/s) y (Abajo) Anomalía del viento (m/s) desde enero del 2017 hasta febrero del 2018. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.	33
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.	33
3.2.2.1.	Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2017 a febrero del 2018. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.	34
3.2.3.1	Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para enero (izquierda) y febrero (derecha) 2018, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.	34
3.2.3.2	Series de tiempo actualizados a fines de febrero del 2018, de los caudales diarios (m ³ /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.	35
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.	36
3.2.4.2.	Temperatura superficial del mar y anomalías en (°C) cada tres días durante febrero del 2017. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE.	37
3.2.4.3.	Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta febrero del 2018; a) Diagrama Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, b) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.	38
3.2.4.4	Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a febrero de 2018, a) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN y b) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2017 – 2018; Fuente AVISO – IMARPE.	39
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 Paita, realizada durante los días 28 – 29 de enero y 27 – 28 de febrero de 2018. Fuente: IMARPE.	40
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 los días 26 – 27 enero y 21 – 22 de febrero de 2018. Fuente: IMARPE.	40
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 2017 a febrero de 2018. Climatología: 1994 – 2010. Fuente: LHFMDG/IOCC/IMARPE.	41
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 Paita hasta los 200 m de profundidad, desde el 04 de junio de 2017 hasta el 03 de marzo de 2018. c) El gráfico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.	42
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 2017 y febrero de 2018. Fuente: IMARPE	43
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 2017 y febrero del 2018. Fuente: IMARPE.	44
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 2017 a febrero del 2018. Fuente: IMARPE.	45
3.2.5.8	Series de tiempo de silicatos (uM) estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2017 a febrero del 2018. Fuente: IMARPE.	46
3.2.6.1.	Distribución espacial de la anomalía de la clorofila “a” frente a la costa peruana durante el mes de febrero de 2018. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.	47
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.	48
3.2.7.1	Capturas según grado latitudinal, estructura de tallas y distribución de anchoveta provenientes de la flota industrial en la región sur durante febrero 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	48
3.2.7.2	Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomatico (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2015 – febrero de 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	49

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).	50
4.2.3	Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	52
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 marzo de 2018. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).	52
4.2.5	Pronóstico estacional de temperatura superficial del mar (calibrados) para mayo de 2018 por modelos de NMME inicializados en marzo de 2018 (Fuente: NOAA).	53
4.2.6	Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre abril – junio 2018 por modelos de NMME inicializados en marzo 2018 (Fuente: NOAA).	53

Tablas

Tabla 3.1.4.1	Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de marzo a noviembre del 2017. Además el ONItmp para febrero y marzo del 2018. Fuente IGP.	54
Tabla 3.1.4.2	Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de marzo a noviembre del 2017. Además el ICENTmp para los meses de febrero y marzo de 2018. Fuente IGP.	54
Tabla 3.2.4.2.	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C, panel superior) y nivel medio del mar (cm, panel inferior) en el semestre enero 2017 – febrero 2018. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	55
Tabla 4.2.1	Pronósticos de ONI por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 3.4 con condiciones iniciales de marzo).	55
Tabla 4.2.2	Pronósticos de ICEN por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2).	56

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, febrero 2018

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1 Variables	10
2.2 Índices	10
2.3 Modelos de Pronóstico	10
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN FEBRERO	13
3.1 Condiciones a Macroescala	13
3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial.	13
3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial.....	13
3.2 Condiciones a Escala Regional	14
3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental.....	14
3.2.2 Temperatura del aire.....	14
3.2.3 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico.....	15
3.2.4 Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana.....	15
3.2.5 Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.....	16
3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana	17
3.2.7 Recursos pesqueros e indicadores biológicos	17
4 PRONÓSTICO	17
4.1 A Corto Plazo (Semanas).....	17
4.2 A Mediano Plazo (Hasta 3 meses).....	18
4.3 A Largo Plazo (Más de 3 meses).....	18
5 CONCLUSIONES	18
6 REFERENCIAS	19
7 FIGURAS	21
8 TABLAS	54

RESUMEN

Durante el mes de febrero de 2018, en la región del Pacífico Central (región Niño 3.4) y Oriental (región Niño 1+2) la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) continuó negativa con un valor promedio de $-0,9^{\circ}\text{C}$, similar al mes anterior. Durante el mes, la onda Kelvin cálida, formada en el extremo occidental continuó su desplazamiento hacia el continente americano, ubicándose a inicios de marzo en el Pacífico Ecuatorial Central. Asimismo, un pulso de viento del este a fines del mes de febrero podría haberse proyectado en una onda Kelvin fría habría provocado una aparente disminución de la intensidad de la onda Kelvin cálida en propagación. El valor temporal del Índice Oceánico El Niño (ONI) en el Pacífico Central correspondiente al mes de enero indicó condiciones Frías Débiles, y el estimado para el mismo mes correspondería a condiciones Frías Débiles.

En el Pacífico Oriental, incluyendo la costa peruana, los valores de TSM disminuyeron respecto al mes de enero, alcanzando un valor de $-0,57^{\circ}\text{C}$. En el litoral peruano, las anomalías de la TSM en el litoral norte mostraron un cambio hacia valores positivos, mientras que, en las regiones centro y sur se mantuvieron valores negativos. Respecto al nivel medio del mar (NMM), los valores se mantuvieron cercanos a lo normal, aunque a inicios de marzo se evidenció un ligero incremento asociado al arribo de la onda Kelvin cálida. El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para enero fue $-1,71^{\circ}\text{C}$ (condición Fría Fuerte) y los valores estimados del ICEN para febrero y marzo de 2018 (ICENtmp) corresponderían a condiciones variantes entre neutras y Frías Débiles.

En tanto, en el Pacífico Central – Oriental la actividad convectiva se aproximó a su patrón climatológico durante la mayor parte de mes, para luego reducirse con una proyección hacia la región Occidental, evidenciándose un fuerte patrón de sequedad con menor intensidad al mes anterior y cerca de la línea de cambio de fecha, consistente con la fase de maduración del fenómeno de La Niña. El contenido de calor oceánico mostró anomalías positivas respecto al mes anterior, al igual que la inclinación de la termoclina ecuatorial.

En la región subtropical del Pacífico, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) mostró una configuración cuasi – meridional, intenso al noreste de su posición climática mensual influenciada por incursiones de sistemas de baja presión al sur de los 30°S . Este alejamiento durante el mes se reflejó con un patrón de vientos costeros débiles ($<5\text{m/s}$) frente al litoral del Perú durante el mes, intensificándose en la última semana en el litoral sur debido al acercamiento episódico del APS. La predominancia de las condiciones frías del mar debido al efecto de la onda Kelvin fría contribuyó en la persistencia de anomalías negativas de las temperaturas nocturnas del aire, mientras que, las anomalías positivas de las temperaturas diurnas del aire fueron moduladas principalmente por vientos débiles y una mayor frecuencia de días despajados, principalmente en el norte y sur del litoral. Por otro lado, los caudales de los ríos de la costa norte del país se presentaron debajo de sus rangos normales, no así, en las regiones centro y sur.

En las secciones oceanográficas continúan mostrando condiciones frías alcanzando anomalías negativas mayores a $-1,0^{\circ}\text{C}$ dentro de las 10 mn y sobre los 50 m de profundidad entre Chicama y Callao, mientras que, en la sección Paita, se observó un calentamiento sobre los 20 m de profundidad debido a la influencia de onda Kelvin cálida. Respecto a los indicadores biológicos, la clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, mostró una ligera disminución de las anomalías positivas frente a la costa peruana respecto a lo observado en enero.

Perspectiva: Se prevé la normalización de las condiciones frías actuales por efecto en La Niña Costera en la temperatura superficial del mar entre marzo y abril debido al efecto de la onda Kelvin cálida. Por otro lado, en el Pacífico Central se espera que continúen condiciones de La Niña por lo menos hasta el mes de abril de 2018 con un escenario favorable para la ocurrencia de lluvias sobre lo normal en las regiones andina y amazónica del Perú, sin descartar episodios de lluvias aisladas en la costa norte.

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 ICENtmp, 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° 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	Estaciones costeras	Estaciones costeras	Estaciones fijas	Secciones verticales	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 del Aire	X																			SENAMHI	
	Precipitación	X																			SENAMHI	
	Precipitación Estimada										X										SENAMHI/IGP	
	Radiación de Onda Larga											X									IGP	
	Presión Atmosférica												X								SENAMHI	
	Vientos												X								SENAMHI	
														X							IGP/IMARPE	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																						
Físicas	Temperatura del Mar		X				X	X	X						X	X					DHN	
						X	X															IMARPE
	Nivel medio del Mar						X	X					X		X	X						IGP
			X																	X		DHN
Biogeoquímicas	Salinidad								X												X	DHN
					X	X	X															IMARPE
Pesqueras	Oxígeno y Nutrientes				X	X	X															IMARPE
					X	X	X															IMARPE
Pesqueras	Clorofila			X		X	X														X	IMARPE
																						IMARPE, Climatología: 2002-2014
																						IMARPE
	Desembarques índices reproductivos								X	X												IMARPE
	Indicadores de masas de agua del plancton																					IMARPE
	Distribución de especies incidentales									X	X	X										IMARPE
VARIABLES HIDROLÓGICAS																						
	Caudal de ríos				X																	ANA/SENAMHI
	Capacidad Hidráulica de reservorios				X																	ANA

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN FEBRERO

3.1. Condiciones a Macroescala

3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial

En el Pacífico Ecuatorial Central y Oriental la TSM disminuyó respecto al mes anterior, generándose un núcleo de anomalías negativas en el orden de -1°C a -2°C , mientras que en la región oriental las temperaturas menores de 24°C desaparecieron de esta región, predominando en su lugar temperaturas de 24°C a 26°C . En términos generales, en la franja ecuatorial la región occidental se mantuvo con anomalías de la TSM alrededor de $+0,5^{\circ}\text{C}$, en la región central con anomalías negativas hasta de -2°C , y en la región oriental condiciones cercanas a lo normal (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 febrero mostró un valor de $+6,0$ (Figura 3.1.1.5), este valor indica condiciones fluctuantes en el rango normal para el ENSO en el Pacífico Central; valor que fue modulado por factores meteorológicos de escala sinóptica. En el Pacífico Ecuatorial ($5^{\circ}\text{S} - 5^{\circ}\text{N}$), las anomalías positivas de Radiación de Onda Larga (OLR) mostraron una disminución de los valores positivos sobre las regiones Central – Oriental, concentrándose la sequedad al este de la línea de cambio de fecha durante los primeros 20 días del mes. Por ello, la actividad convectiva mantuvo una tendencia hacia valores próximos a su climatología y para luego caer con un patrón anómalo de convección ecuatorial desplazado próximo a la línea de cambio de fecha (Figura 3.1.1.6 a y b), consistente con el debilitamiento de las condiciones atmosféricas tipo La Niña (Figura 3.1.1.7 y Figura 3.1.1.8). La carga/descarga durante el mes de febrero mostró un proceso ligero de carga, y la inclinación de la termoclina ecuatorial estuvo un poco más inclinada de lo normal.

En el Pacífico Central ($150^{\circ}\text{E} - 160^{\circ}\text{W}$; $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$), en tropósfera baja (850 hPa) y sobre la superficie oceánica se evidenció una intensificación del patrón zonal de vientos del oeste respecto al mes anterior (Figura 3.1.1.11 b), entre $140^{\circ}\text{E} - 160^{\circ}\text{W}$. En la región Central, a partir de la última decadiaria los pulsos de vientos del este ocurrieron con mayor intensidad alrededor de 180° y 140°W (Figuras 3.1.1.10 a). En niveles altos de la tropósfera (200hPa), sobre el Pacífico Ecuatorial, la configuración de vientos zonales del oeste persistieron en las regiones Oriental, con intensidades mayores entre 110°W y 90°W (Figura 3.1.1.11.a).

Las secciones verticales de la tropósfera a lo largo de la franja ecuatorial mostraron una reducción del patrón de subsidencia ecuatorial entre $170^{\circ}\text{E} - 160^{\circ}\text{W}$ sobre el Pacífico Central y Occidental, y se observó una reducción aparente de la convección anómala sobre la región Occidental, entre $110^{\circ}\text{E} - 140^{\circ}\text{E}$ (Figura 3.1.1.12).

3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON mostraron dos zonas bien marcadas respecto a la profundización de la isoterma de 20°C . A diferencia del último diciembre y enero, estas zonas se ubicaron desplazadas hacia el oeste, involucrando las regiones occidental y central. En la región occidental, desde 160°W hasta 160°E , la isoterma se encontró profundizada respecto a enero, mientras que, en la región central desde 140°W hasta 120°W la isoterma se ubicó entre 10 m y 20 m sobre la profundidad normal (Figura 3.1.1.9). A nivel subsuperficial, la región occidental se mantuvo con anomalías positivas de temperatura, las cuales aumentaron y propagaron gradualmente hacia la región central (hasta 160°W). Por otro lado, en la región oriental las condiciones fueron adversas, manteniéndose con anomalías negativas de -1°C a -2°C (Figura 3.1.2.1).

El contenido de calor oceánico retomó valores positivos manteniendo una tendencia positiva desde octubre del año pasado, de manera similar con la inclinación de la termoclina, la cual presentó valores positivos durante todo mes (Figura 3.1.2.2). Asimismo, según los datos del nivel del mar satelital la onda Kelvin fría, formada durante el mes de febrero por un pulso de viento del este (al oeste de 160°W), se muestra debilitada en la profundidad de la termoclina aunque se espera su llegada a partir de marzo. La onda Kelvin cálida, formada por la combinación de pulsos de viento del oeste durante el mes y la aparente reflexión de ondas Rossby en el extremo occidental, continuó su desplazamiento hacia el continente americano, esto según los datos observados, es decir altimetría y profundidad de la termoclina (Figura 3.1.1.10, panel a, b y c).

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 $-0,86^{\circ}\text{C}$ en enero de 2018 indicando una condición fría débil para el Pacífico Central. El valor estimado del ONI, combinando observaciones y pronósticos, indica condiciones frías débiles para los meses de febrero y marzo 2018.

3.2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental

En promedio del 1 al 28 de febrero se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una posición cuasi-meridional con una intensidad máxima de ~ 1023 hPa, encontrándose anomalías positivas al noreste de su centro de alta presión con un valor de hasta $\sim +1$ hPa. Frente a la costa oeste de Sudamérica el campo de presión presentó condiciones alrededor a su patrón climático mensual (Figura 3.2.1.1).

Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento de componente sureste se mantuvo 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 ligeras anomalías positivas importante frente a las costas de Colombia y Panamá (Figura 3.2.1.2 c). En general, el viento frente a la costa peruana presentó vientos débiles con valores inferiores a $5,0$ m/s y anomalías débiles, incrementándose hasta fines de mes observándose anomalías positivas ligeramente débiles. En la zona oceánica, el viento varió entre $5,0$ y $7,0$ m/s. En la franja costera de 40 km se mantuvieron vientos entre $1,0$ y $4,0$ m/s. La velocidad del viento costero fluctuó entre condiciones normales y anomalías negativas al sur de los 7°S , se presentaron anomalías positivas variantes entre $+1$ a $+2$ m/s (Figura 3.2.1.3).

Durante el mes, el afloramiento costero persistió frente a Paita y Talara, mientras que tendió a disiparse al sur de los 5°S , específicamente frente a la costa central. Al norte de los 5°S , el Índice de Afloramiento Costero (IAC) fluctuó entre 300 y 350 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100\text{m}^{-1}$, mientras que, al sur de los 5°S alcanzó valores <100 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100\text{m}^{-1}$, disminuyendo significativamente en la segunda quincena en intensidad y persistencia (Figura 3.2.1.3).

3.2.2. Temperatura del aire

Las temperaturas del aire continuaron registrando valores dentro del rango normal. Sin embargo, en la costa norte se observaron temperaturas nocturnas más frías de lo usual, alcanzando anomalías negativas en el orden de $-1,5^{\circ}\text{C}$ en la estación de Puerto Pizarro (Tumbes) y $-1,4^{\circ}\text{C}$ en Lambayeque (Figura 3.2.2.1). Por otro lado, en la región sur, se observó un cambio de valores negativos a positivos en las temperaturas extremas del aire.

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

En febrero, durante el periodo lluvioso, se observaron condiciones de lluvia alrededor a lo normal en la sierra norte y central de los Andes variantes a condiciones húmedas en la región el sur, especialmente en el altiplano del Perú, a diferencia del mes anterior cuando se registraron precipitaciones anómalas en el flanco occidental norte y centro de los Andes. Seguidamente, hacia el flanco oriental de la sierra se incrementaron ligeramente especialmente en la regiones como San Martín, Huánuco, Junín y Cusco. Por otro lado, en la cuenca media y baja de la vertiente del Pacífico se evidenciaron deficiencias respecto al mes anterior, principalmente en la región norte. En general, en el Perú predominaron condiciones entre ligeramente secas y húmedas, principalmente hacia la sierra y costa noroccidental, y sierra centro – sur, respectivamente (Figura 3.2.3.1).

En el norte, los ríos presentaron caudales por debajo de sus promedios históricos con una tendencia descendente; en las regiones centro, sur y amazónica los ríos presentaron caudales y niveles con tendencias ascendentes, en algunos casos superando el umbral de riesgo. Los reservorios en la costa norte alcanzaron en promedio el 58% de su capacidad máxima, mientras que en el sur, el sistema hidráulico Colca – Chili (Arequipa) alcanzó el 81% y Pasto Grande (Moquegua) el 48%, En promedio, a nivel nacional las reservas se encuentran al 76%.

3.2.4. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar

Frente a la costa centro – norte fuera de las 100 mn, la TSM se incrementó de 25°C a 27°C, mientras que en el codo peruano – chileno se incrementó hasta 25°C. En la zona costera la extensión de aguas menores a 20°C se redujo a celdas ubicadas en la costa central, mientras que las isoterms de 23°C se aproximaron hasta la zona de Paita (Figura 3.2.4.2, panel superior). En general, en la zona oceánica la TSM se presentó en el rango normal de acuerdo a su climatología. En términos de anomalías (ATSM), frente a Tumbes la anomalía alcanzó +1°C proyectándose desde la costa hacia la zona oceánica. En la zona centro – norte la ATSM presentó valores de -3°C en la primera semana, para luego disminuir. En la franja de 60 mn, desde Huacho (11°C) hacia el sur, en promedio las anomalías negativas se atenuaron durante el mes hasta valores cercanos a cero (Figura 3.2.4.2, panel inferior), aunque persistió una delgada franja de anomalías negativas muy próxima a la costa.

Para el mes de enero de 2018, el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en el producto ERSSTv3 y NCEP OI SST v2 (Tabla 3.2.4.1) indicaron una condición climática Fría Fuerte (-1,71°C) y Fría Débil (-1,08°C), Los valores temporales este último el ICENOI (ICENOItmp) muestran condiciones Fría Débiles y Neutras para febrero y marzo de 2018 (Figura 3.2.4.1).

Por el lado, de las observaciones en el litoral, entre Talara y Salaverry, las anomalías diarias negativas que se veían desde enero cambiaron a positivas empezando por Talara y extendiéndose hacia el sur hasta Salaverry. Entre Chimbote y San Juan de Marcona las anomalías diarias se mantuvieron negativas sin cambios relevantes, mientras que frente a Mollendo e Ilo disminuyeron hasta fluctuar en el rango de $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Sin embargo, en el norte, desde la segunda semana de febrero la TSM aumentó hasta alcanzar y mantenerse con anomalías positivas (Figura 3.2.4.3 a), tal es así que a nivel diario, la TSM registrada en casi todos los Laboratorios Costeros presentó mayormente anomalías negativas a excepción de Tumbes, Paita e Ilo, donde predominaron anomalías positivas durante todo el mes (Figura 3.2.4.3 b). Respecto al nivel medio del mar, (NMM), las anomalías del NMM disminuyeron hasta tomar valores cercanos a lo normal, predominando estas condiciones gran parte del mes de febrero. En la última semana de febrero el nivel del mar empezó nuevamente a disminuir alcanzando 6 cm por debajo de lo 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 los días 27 – 28 de febrero de 2018 (Figura 3.2.5.1), la TSM presentó valores entre 23° y 24°C en toda la sección a finales de febrero, mostrando un incremento de hasta 5,0°C con respecto a enero en la zona costera y una transición de ATSM de -3,0°C a +2,0°C dentro de las primeras 40 mn (Figura a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15° a 24°C con una débil termoclina. La isoterma de 15°C se presentó entre los 50 y 70 m de profundidad, mostrando una leve profundización respecto al mes pasado. Sobre los 20 m en toda la sección se registró anomalías positivas, siendo más intensa en la zona costera con valores de hasta +2,0°C (Figura b). En superficie la concentración de sales mostró la presencia de ATS por dentro de las 40 mn, y en el resto de la sección AES hasta los 25 - 40 m de profundidad (Figura c), lo cual generó anomalías de hasta -0,50 ups en la capa superficial por dentro de las 60 mn (Figura d). Por debajo de los 40 m se detectaron aguas de mezcla; condiciones normales para la temporada (Figura c, d). La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1 mL.L-1, asociada a la oxiclina, se profundizó ligeramente a 40 m de profundidad en toda la sección de 100 mn. El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD<0,5 mL.L-1), se detectó a 50 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 150 m y dentro de las 40 mn, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur con velocidades de hasta 30 cm/s, así como dos flujos hacia el norte entre las 80 y 100 mn, el primero sobre 40 m y el segundo a 150 – 450 m, con velocidades de hasta 10 cm/s y 40 cm/s, respectivamente (Figura e, f).

Frente a Paita (boya Argo 85°W y 4°S, 90 mn), en promedio la termoclina se mantuvo profundizada cerca a los 30 m; sin embargo, su gradiente térmico aumentó respecto a enero debido al ingreso de aguas superficiales de mayor temperatura, lo que generó dentro de los primeros 20 m de profundidad el cambio de anomalías negativas a positivas (<0,5°C), mientras que entre 20 m y 60 m de profundidad se mantuvieron las anomalías negativas hasta -2,5°C (Figura 3.2.5.4).

La sección Chicama realizada el 21 – 22 de febrero de 2018 (Figura 3.2.5.2), La TSM presentó la isoterma de 20°C a 15 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 25 mn en enero. Afuera de los 80 mn se determinaron valores de TSM de hasta 26°C y una transición de ATSM de +1,0°C a +2,0°C por fuera de las 80 mn (Figura a). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 15°C y 26°C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15°C se presentó a 50 – 75 m de profundidad, siendo más somera en la zona costera. En los primeros 50 m de profundidad, por fuera de las 60 mn se determinaron anomalías térmicas de hasta +5,0°C y en la zona costera se estimaron anomalías de hasta -1,0°C (Figura b). En superficie la concentración de sales mostró a las ASS por fuera de las 65 mn y en sub-superficie (10 – 50 m) por fuera de las 20 mn, con mayor cobertura espacial respecto a enero, mientras que en la zona cerca a la costa se presentaron las aguas costeras frías ACF (Figura c). Como consecuencia de esta distribución se observó anomalías halinas positivas de hasta +0,20 ups sobre los 50 m y por fuera de las 50 mn, asociadas a las ASS y condiciones normales cerca a la costa (Figura d). La distribución del OD mostró el ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL.L-1, se presentó a unos 30-50 m de profundidad siendo más somera en la zona costera (Figura d). El borde superior de la ZMO mostró el mismo comportamiento de la oxiclina (Figura e). Por otra parte, se observó dos núcleos de flujo geostrofico con dirección al norte, uno restringido a los primeros 20 m por dentro de las 40 mn, y otro más profundo (hasta los 40 m) fuera de las 60 mn, con velocidades máximas de 10 cm/s y 30 cm/s, respectivamente (Figura f).

El monitoreo de alta frecuencia de la columna de agua (<100 m) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita la temperatura varió entre 14°C y 24°C, en Chicama entre 14°C y 19°C, en Callao y Atico entre 14°C y 18°C y en Atico entre 14°C y 17°C, detectándose en general una leve profundización de las isotermas más profundas (Figura 3.2.5.3). En Paita se detectó anomalías de hasta +1,0°C en los primeros 15 m y anomalías de hasta -2,0°C en el resto de la columna de agua, en Chicama anomalías negativas con valores de -2,0°C en los primeros 30 m, y en Callao anomalías de hasta -1,0°C en toda la columna de agua (Figura 3.2.5.5). Los registros de la salinidad confirmaron en Paita la presencia de ATS sobre los 20 m y AES a 20 - 40 m, mientras que en las demás estaciones fijas se evidenció la predominancia de ACF con pequeños núcleos de agua de mezcla entre ASS y ACF durante el mes (Figura 3.2.5.6). En cuanto al OD, se determinó 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-1 a unos 20 - 60 m de profundidad. En Paita la iso-oxígena de 0,5 mL.L-1 se detectó a unos 60 - 80 m de profundidad mientras que en Ilo se registró una profundización abrupta de la iso-oxígena de 0,5 mL.L-1 a más de 100 m desde inicios del mes (Figura 3.2.5.7).

3.2.6. Nutrientes y productividad en la costa peruana

3.2.6.1. Silicatos

Los silicatos disminuyeron frente a Paita e Ilo y aumentaron ligeramente en Chicama y Callao durante el mes. En Paita se observó una profundización de la isolínea de 20,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ de los 60 a 90 m entre inicios y fines de mes. En Chicama y Callao se observó la superficialización de las isolíneas de 25,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (80 a 60 m) y 30,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (100 a 30 m) respectivamente debajo de los ~ 40,0 m (Figura 3.2.5.8).

3.2.6.2. Clorofila – a

La concentración de clorofila-a satelital presentó valores entre ~3 a ~5 mg.m^{-3} dentro de las 60 mn frente a Callao, San Juan e Ilo. En promedio, las concentraciones presentaron anomalías negativas durante el mes de febrero, especialmente al norte de 14°S. Entre los 6°S – 14°S y dentro de las 60 mn las anomalías fluctuaron entre -1,0 mg.m^{-3} a - 4,0 mg.m^{-3} , mientras que a mayor distancia de la costa (100 mn) se presentaron anomalías positivas (~3,0 mg.m^{-3}) entre Chicama y Chimbote (Figura 3.2.6.1 y 3.2.6.2).

3.2.7. Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

La anchoveta en la región sur al 28 de febrero durante el desembarque de anchoveta se distribuyó desde Atico (16°S) hasta Morro Sama (18°S), dentro de las 20 mn, con las mayores capturas frente a Ilo (3.2.7.1).

Por otro lado, Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) mostraron que el recurso se encuentra desovando (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, en el Pacífico Ecuatorial se observa vientos del este de baja intensidad en el Pacífico Central para los siguientes 10 días.

Si esto se diera, entonces estos vientos podrían proyectarse en ondas Kelvin frías que contribuirían a la normalización de los valores anómalos de la profundidad de la termoclina. En ese sentido, la señal en la profundidad de la termoclina de la onda Kelvin cálida, que se formó en febrero, debe llegar a la costa peruana entre fines de marzo e inicios de abril.

La presencia de un pulso de viento del este a fines del mes de febrero podría haberse proyectado en una onda Kelvin fría que habría provocado una aparente disminución de la intensidad de la onda Kelvin cálida mencionada.

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), los valores estimados del ONI (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones Frías Débiles para los meses de febrero y marzo de 2018, considerando los datos hasta enero de la fuente ERSSTv5, así como las salidas de ensamble de modelos NMME para enero – febrero 2018 (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 enero de la fuente OISST.v2, así como las salidas del ensamble de modelos NMME, para febrero y marzo es de $-0,54^{\circ}\text{C}$ y $-0,47^{\circ}\text{C}$, indicando condiciones Neutras (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 febrero 2018, la onda Kelvin fría (modo 2) continuó su propagación hacia el extremo del Pacífico Ecuatorial Oriental, y llegaría en marzo 2018. Por otro lado, una onda Kelvin cálida (modo 1) se generó en febrero 2018 pero su amplitud es atenuada debido a las anomalías de vientos del este en el Pacífico Ecuatorial Central. Además, otra onda Kelvin cálida (modo 2) también fue generada en febrero 2018 y se espera que continúe su propagación hacia el extremo del Pacífico Ecuatorial Oriental, llegando entre abril y mayo 2018.

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), según las agencias internacionales (IRI, diciembre 2017), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4) en promedio indican la persistencia de la condición La Niña débil en lo que resta del verano (Figura 4.2.3). Por otro lado, para el Pacífico Ecuatorial Oriental (región Niño 1+2), con condiciones iniciales en marzo, indican en promedio condiciones neutras de marzo a agosto de 2018, sin embargo, estos índices son negativos (Figura 4.2.4).

4.3. A largo plazo (más de 3 meses)

En general, los pronósticos de los modelos han incrementado paulatinamente la reducción del fenómeno de La Niña y mantienen la probabilidad de condiciones Neutras en el Pacífico Central de 61% (condiciones iniciales de enero 2018) a 62% (condiciones Iniciales de febrero de 2018) durante el trimestre AMJ. 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. La condición actual de La Niña en el Pacífico mantiene la probabilidad sobre lo normal respecto a la ocurrencia de lluvias en la sierra y región amazónica del Perú.

5. CONCLUSIONES

Durante el mes de febrero, en el Pacífico Oriental (región Niño 1+2) y frente a la costa del Perú, los valores de anomalías negativas de TSM mantuvieron condiciones frías. En el litoral peruano, las anomalías negativas de TSM superficiales observadas se han debilitado ligeramente respecto al mes pasado, consistente con el paso de la onda Kelvin fría, asociado al afloramiento costero en la costa norte y la predominancia de ACF en la mayoría de las estaciones fijas.

Asimismo, durante el mes, los vientos costeros continuaron dentro de su variabilidad normal, predominando anomalías negativas de la velocidad del viento cambiando a positivas hacia finales del mes. El APS se mantuvo intenso al noreste de su posición climática mensual con una configuración cuasi – meridional afectada por sistemas de baja presión en el Pacífico Suroriental. No obstante, la influencia del APS sobre la ligera intensificación del viento se observó a partir de la quincena del mes principalmente para la costa sur, no así frente a la costa norte, donde los vientos se han mantenido ligeramente intensos.

En la región del Pacífico Central (región Niño 3.4) la TSM se mantuvo similar respecto al mes anterior. El ONI de enero (DEF) correspondieron a condiciones Frías Débiles, y el estimado para diciembre (EFM) sería de condiciones Frías Débiles. La ATSM de esta región alcanzó, en promedio, $-0,9^{\circ}\text{C}$. Por otro lado, en el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), el valor del ICEN para enero de 2018 fue de $-1,71$ (Fría Fuerte) y el ICENtmp para febrero y marzo de 2018 es de $-1,04$ (Fría Débil) y $-0,70$ (Neutro). El ICEN estimado preliminar con diferentes fuentes correspondiente a febrero, indica condiciones de neutrales a frías débiles.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se mantuvo variabilidad estacional del mes. Durante el periodo lluvioso, las precipitaciones se han reducido respecto al mes anterior en la vertiente occidental de los andes, principalmente en la costa norte, observándose condiciones húmedas en la vertiente oriental central y sur de los Andes. Asimismo, en la selva nororiental las condiciones se mantuvieron ligeramente sobre lo normal, de manera reducida respecto al mes anterior. En el mes de febrero, los ríos presentaron caudales por debajo de sus promedios históricos con una tendencia descendente; en las regiones centro y sur y amazónica los ríos presentaron caudales y niveles con tendencias ascendentes, en algunos casos superando el umbral de riesgo. En promedio, a nivel nacional las reservas se encuentran al 76%.

Los indicadores reproductivos del stock norte – centro de la anchoveta, indicaron que el recurso continuaba en su periodo secundario de desove, de acuerdo al patrón. En la región sur, la anchoveta, presentó una distribución costera entre Ático e Ilo, con registros de especies indicadoras de aguas frías como la múnida.

Debido a la persistencia de condiciones La Niña en el Pacífico Central Ecuatorial durante el presente verano 2018, continuaría el escenario de lluvias sobre lo normal en las regiones andina y amazónica. Por otro lado, la llegada de la onda Kelvin cálida entre abril y mayo de 2018 permitirá la normalización de las condiciones en la temperatura de la superficie del mar en la región Niño 1+2. Asimismo, se espera que las condiciones frías en el Pacífico Central (Niño 3.4) por lo menos hasta inicios del otoño de 2018.

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.

Boullanger, 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:

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

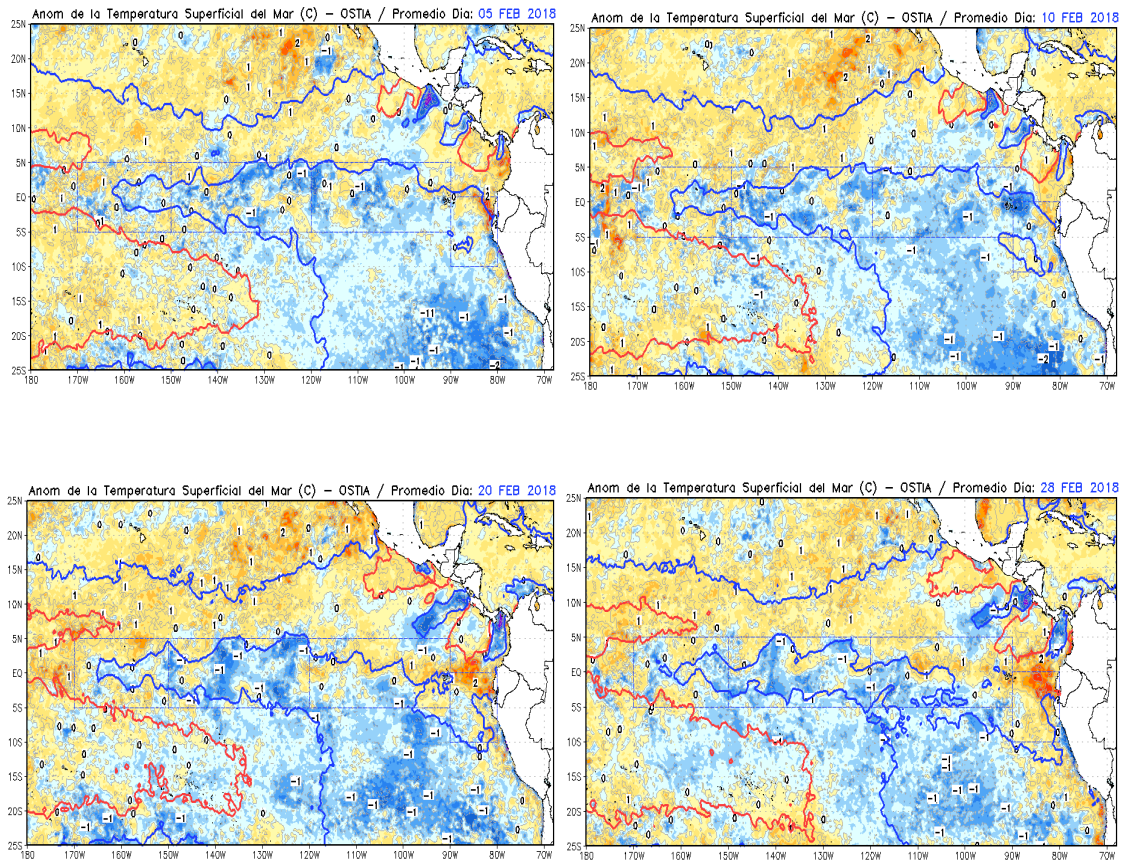


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 05 de febrero, b) 10 de febrero, c) 20 de febrero, y d) 28 de febrero de 2018. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

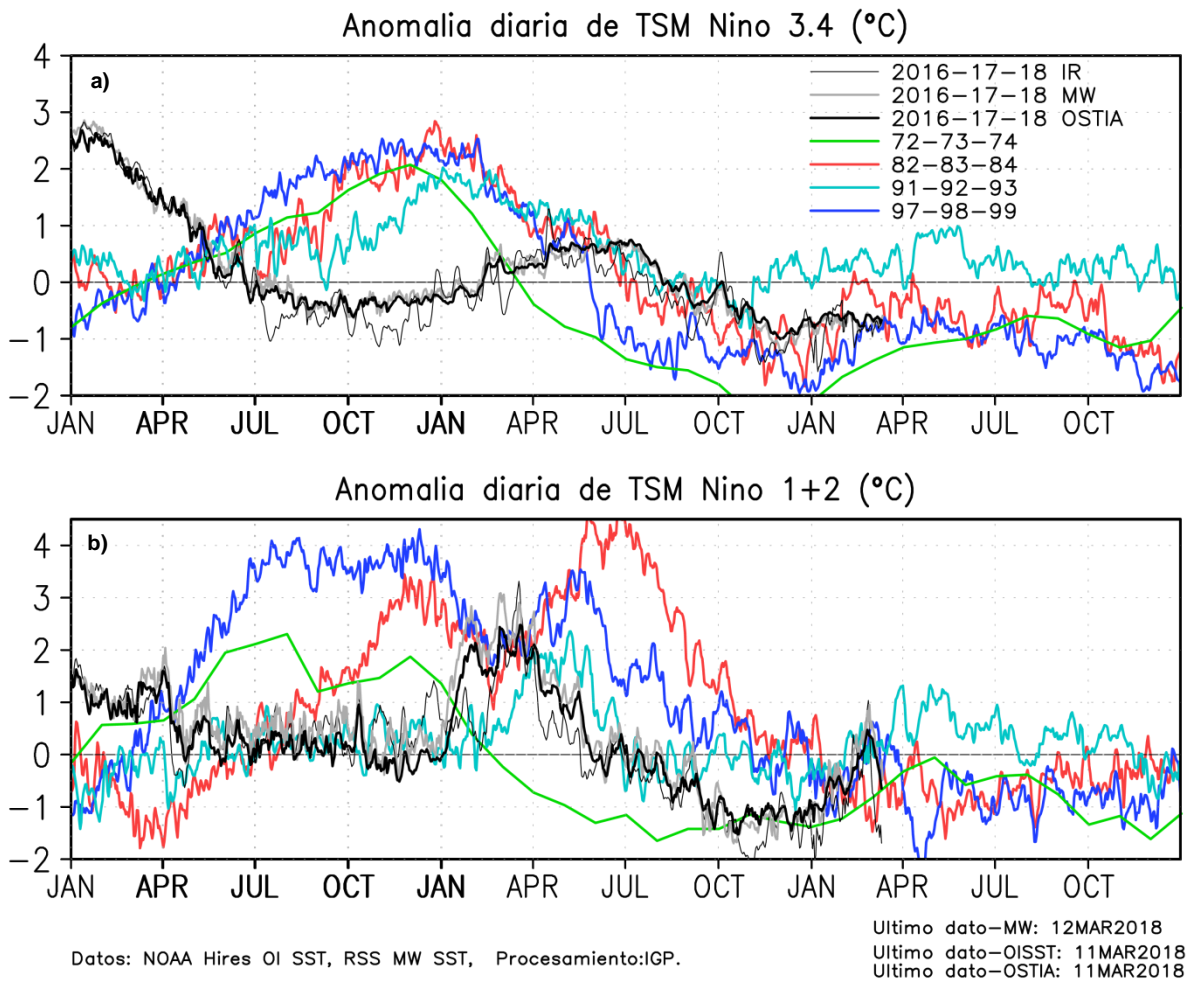


Figura 3.1.1.2. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (a) y en la región Niño 1+2 (b). Las líneas en color negro (guesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto 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.

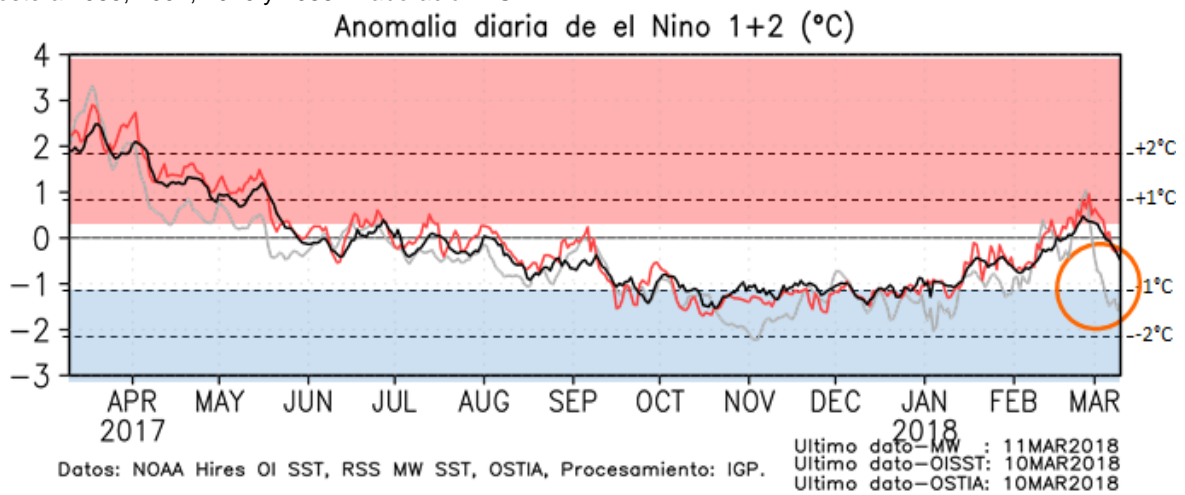


Figura 3.1.1.3. TSM (°C) durante marzo 2017 al 10 de marzo de 2018 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microondas en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.

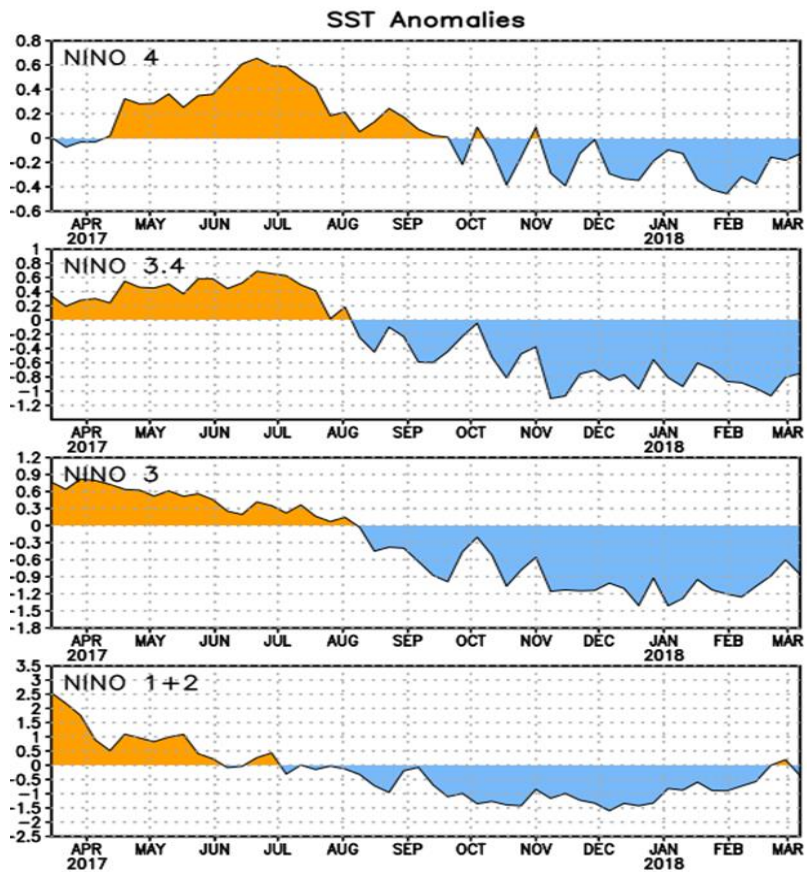


Figura 3.1.1.4. Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de marzo de 2017 a marzo de 2018. Fuente: NCEP/NOAA.

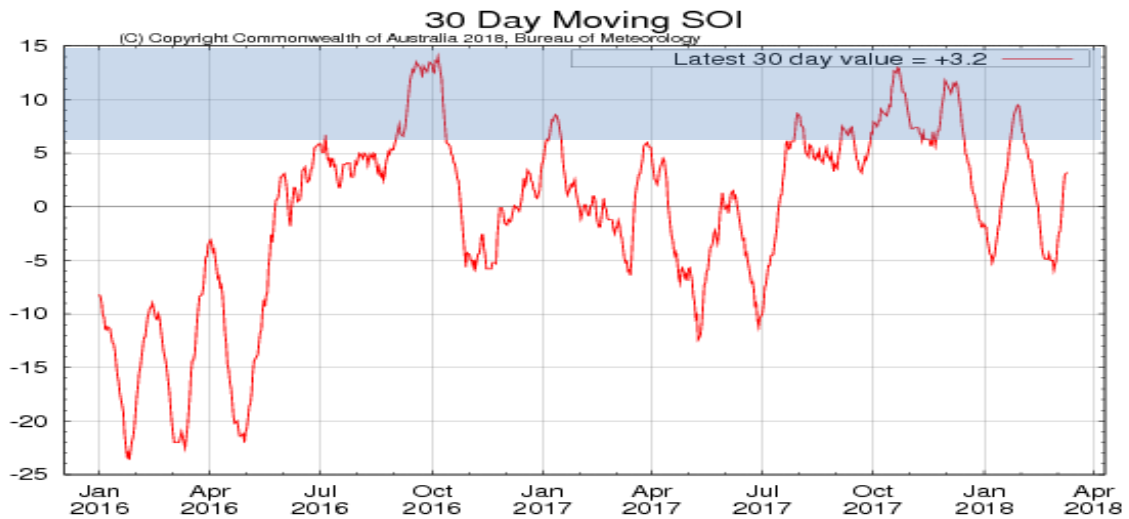


Figura 3.1.1.5. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), desde enero de 2016 a febrero de 2018, considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

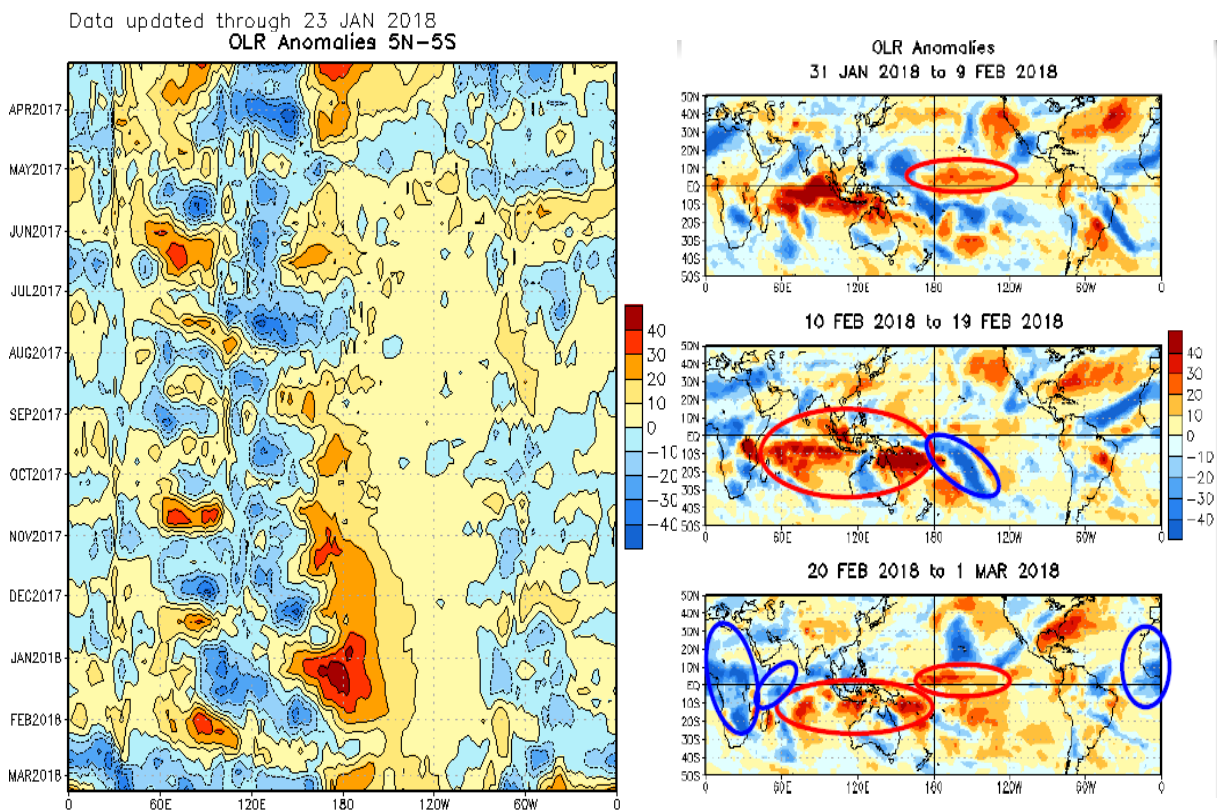
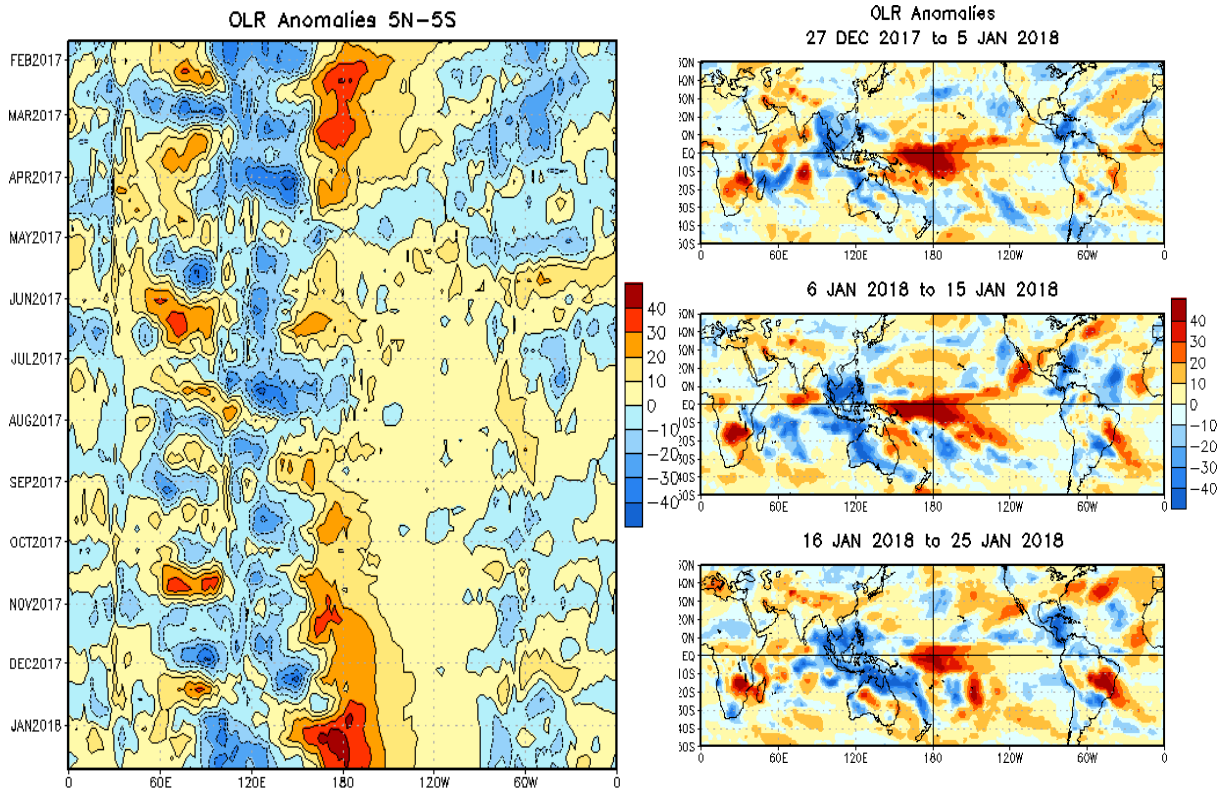


Figura 3.1.1.6. a) Anomalia mensual de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) y b) Anomalías pentadales de OLR desde marzo de 2017 hasta el 09 de marzo de 2018. Datos: NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.

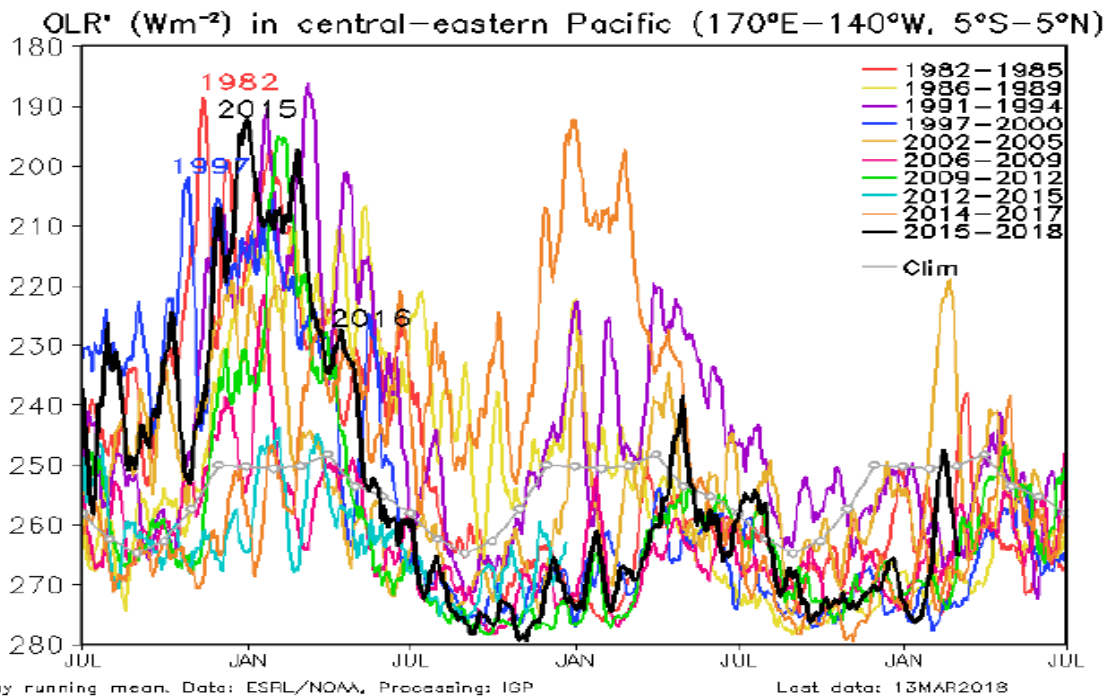


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de julio de 2015 hasta al mes de febrero de 2018. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

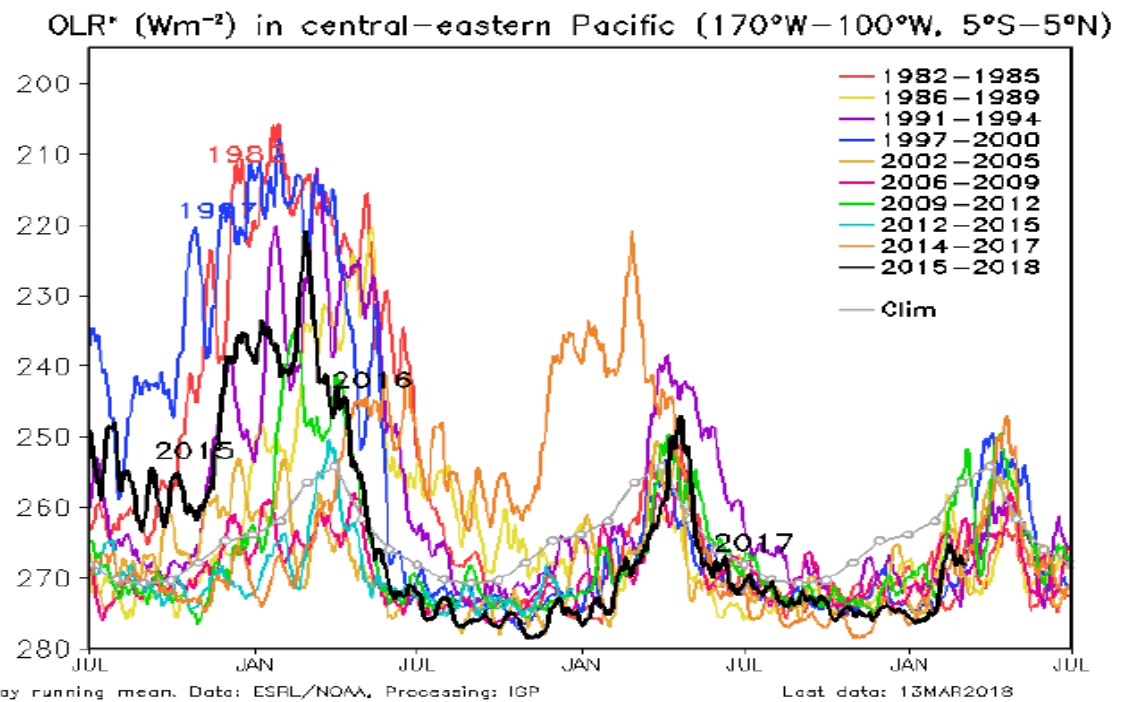


Figura 3.1.1.8. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de julio de 2015 hasta el mes de febrero de 2018. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

Five Day Zonal Wind, SST, and 20°C Isotherm Depth Anomalies 2°S to 2°N Average

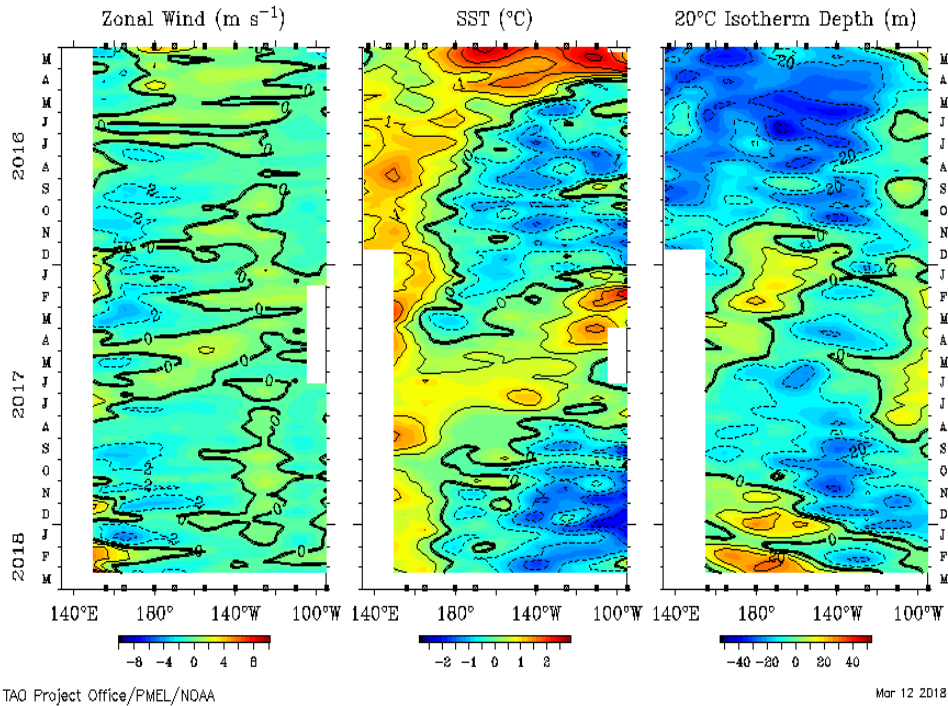


Figura 3.1.1.9. Diagrama de anomalías longitud-tiempo de (a), vientos zonales y (b) temperatura superficial del mar y (c) profundidad de la isoterma de 20C. Promedio entre 2°N – 2°S, desde marzo de 2016 a marzo de 2018 con datos de TAO/TRITON.

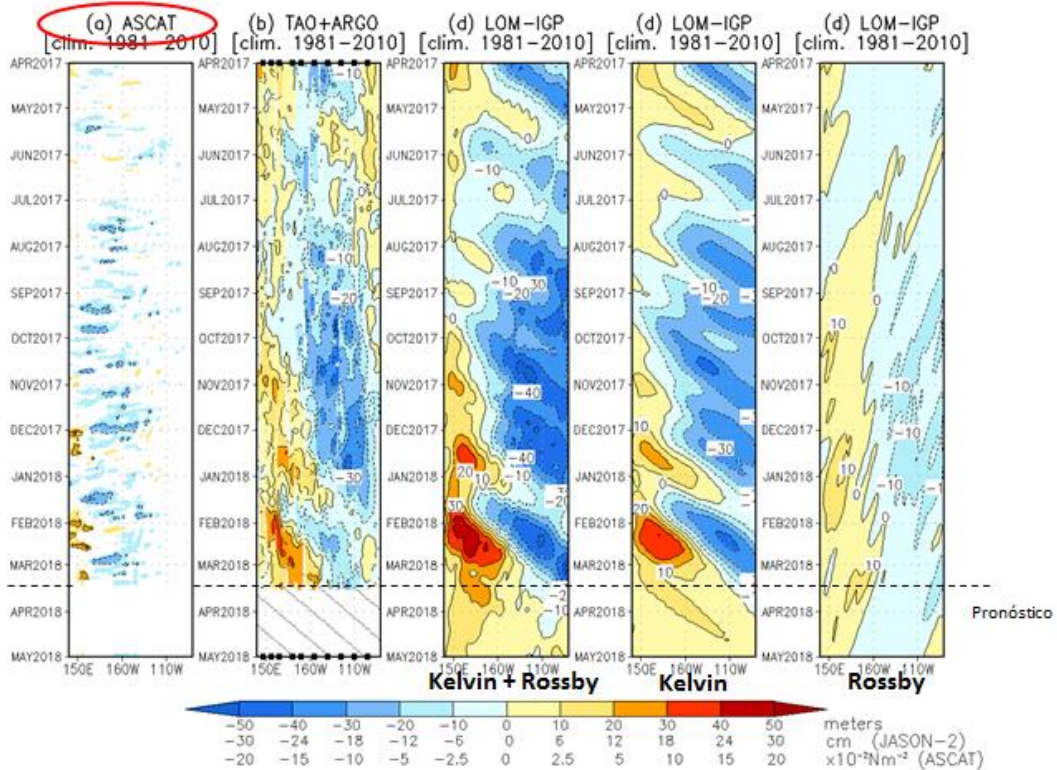


Figura 3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (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).

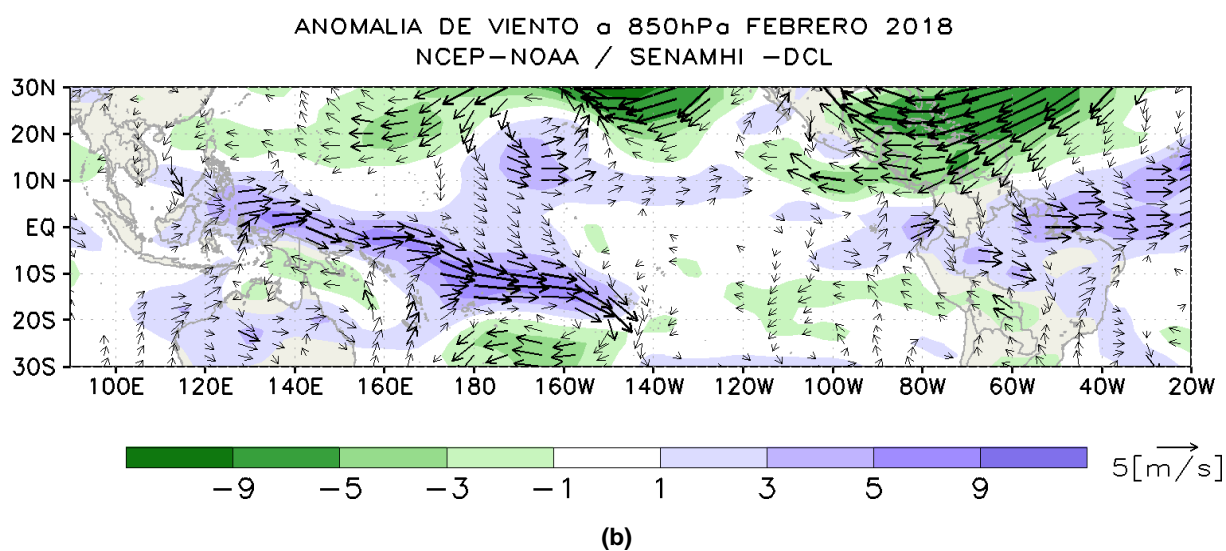
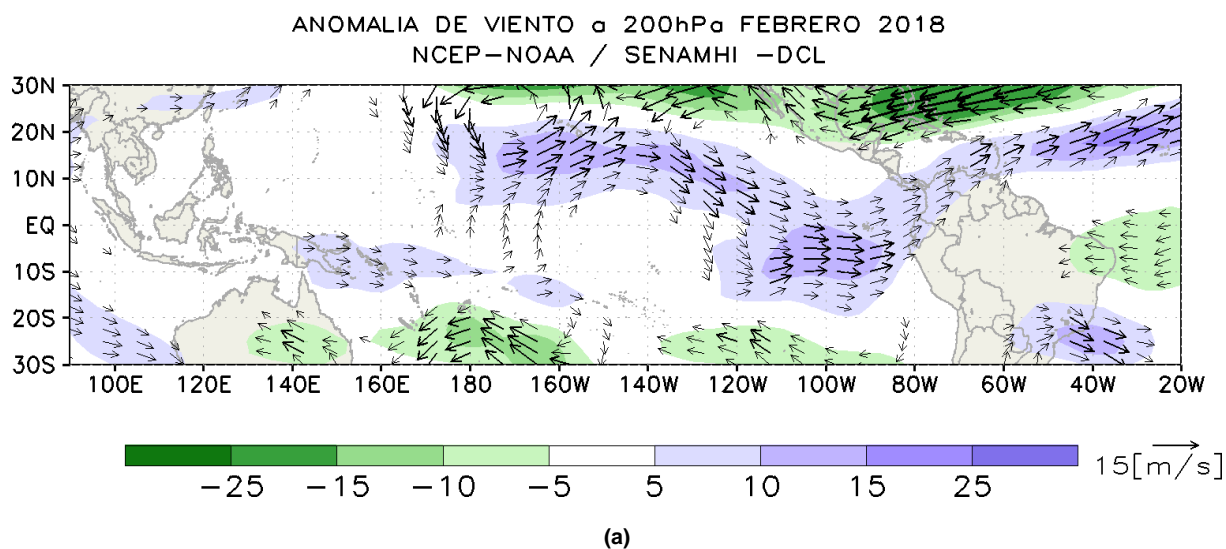


Figura 3.1.1.11. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 850 hPa para el mes de febrero del 2018. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.

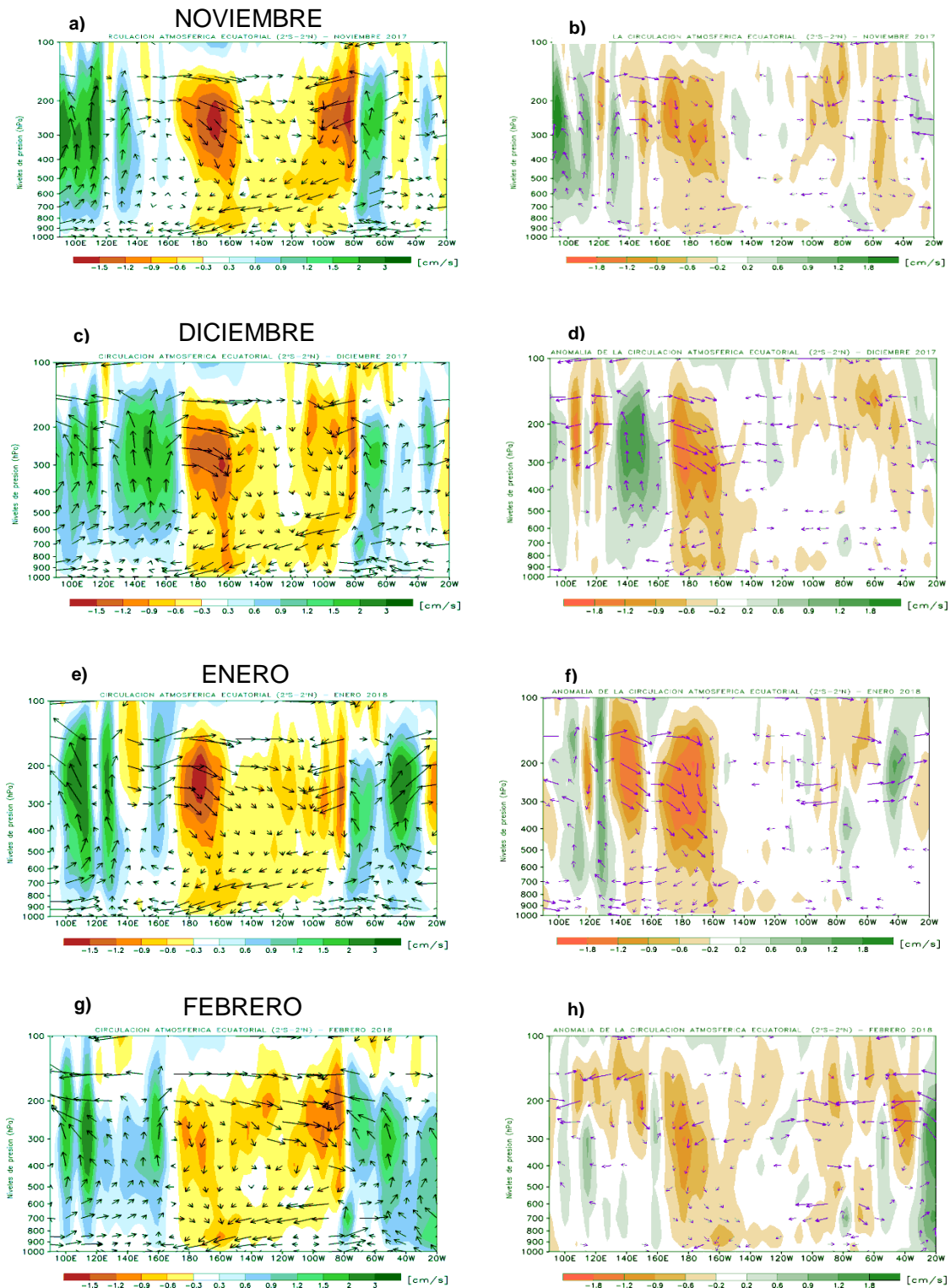


Figura 3.1.1.12. Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de noviembre (a y b); diciembre (c y d) del 2017, enero (e y f) y febrero (g y h) del 2018, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

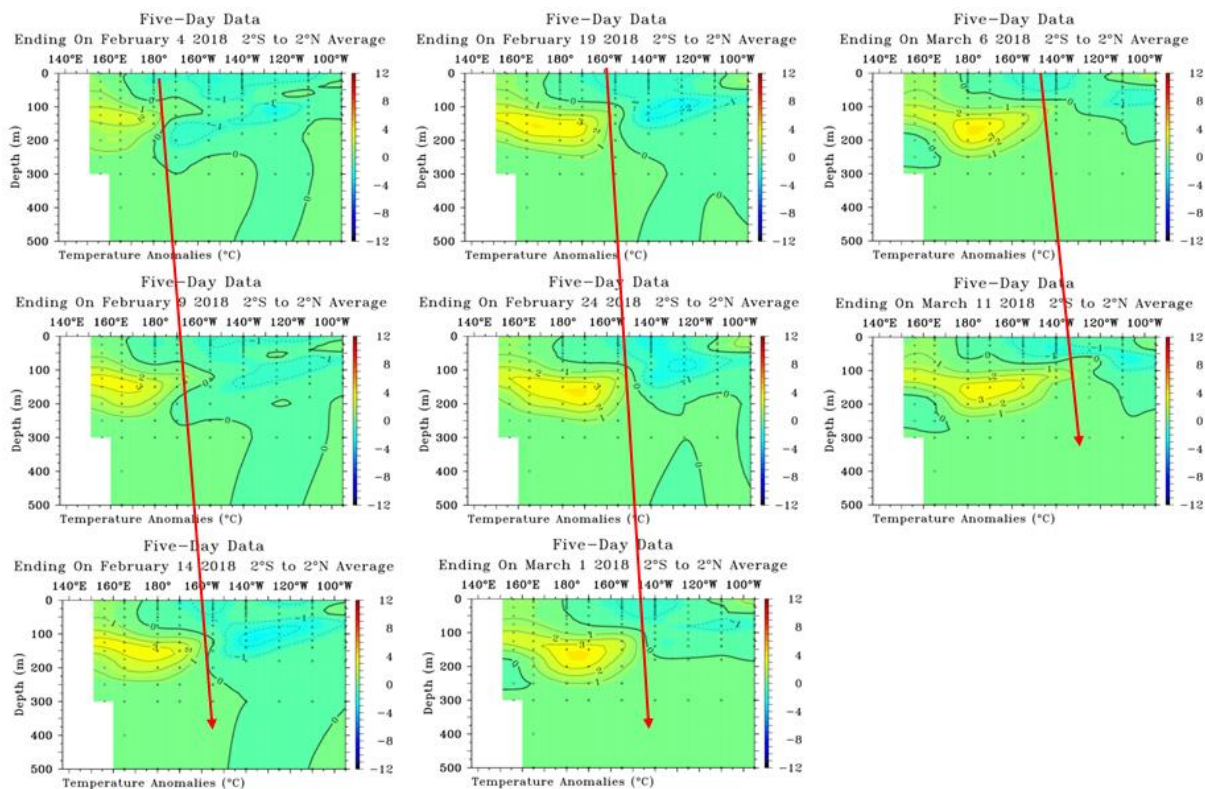


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 4 de febrero, b) 09 de febrero, c) 14 de febrero, d) 19 de febrero, e) 24 de febrero y f) 01 de marzo de 2018. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

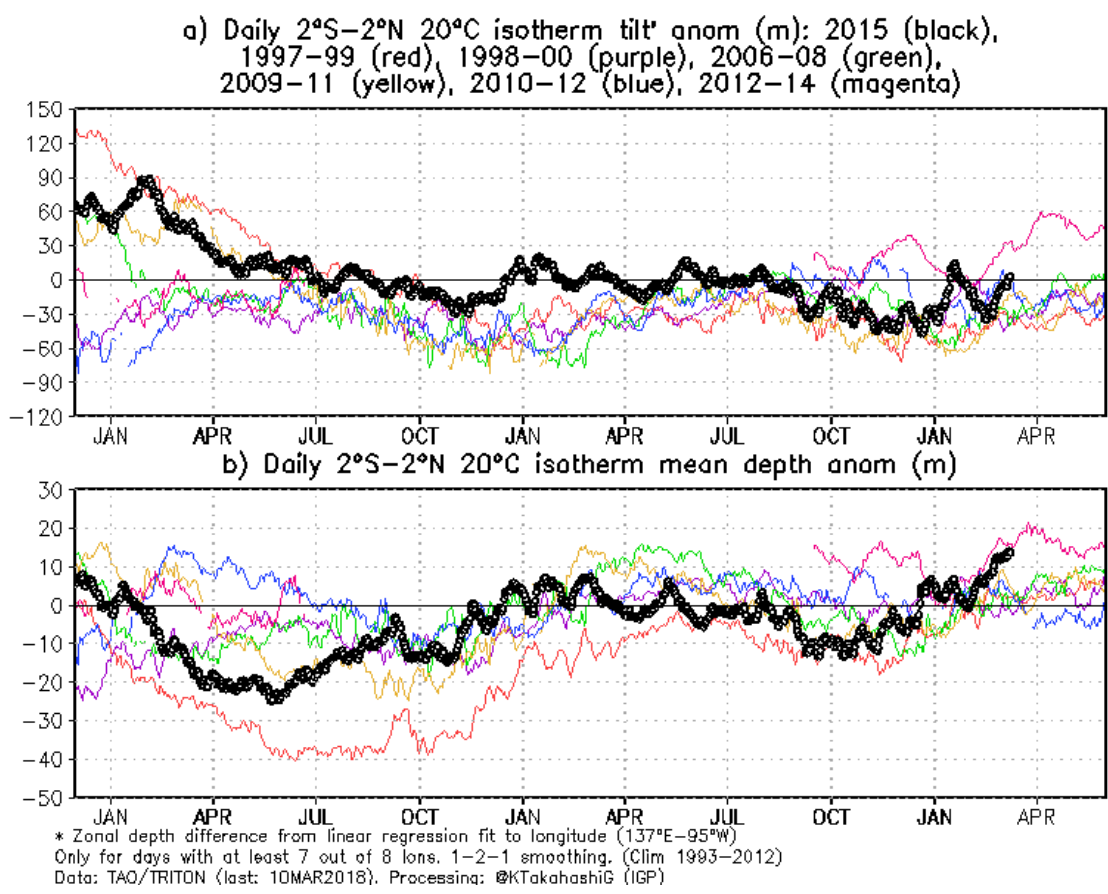


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP.

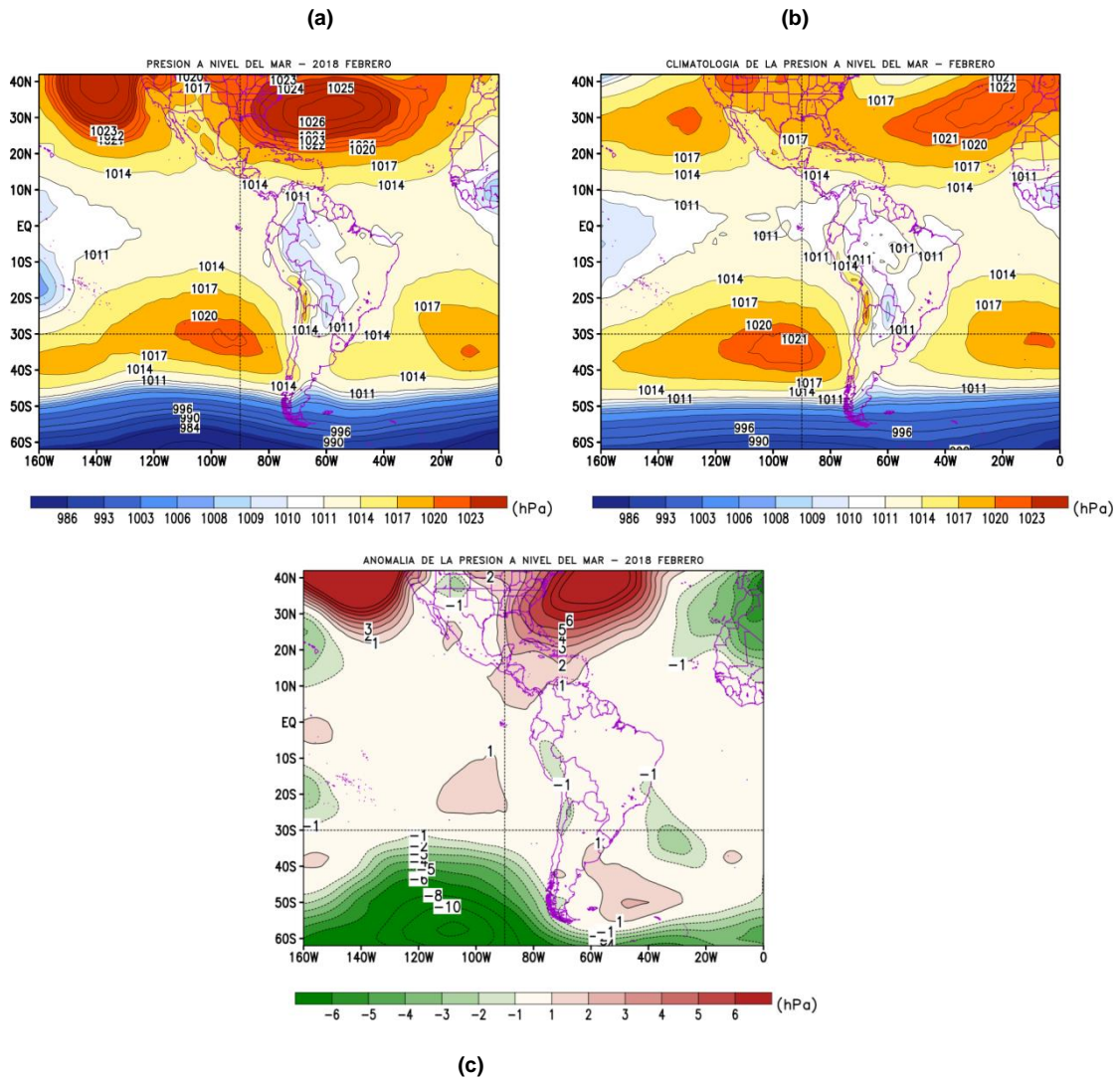


Figura 3.2.1.1. Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el mes de febrero. **Superior Izquierda:** Promedio mensual de la Presión a nivel del mar; **Superior Derecha:** Distribución climatológica de la presión a nivel medio del mar durante el mes de febrero; **Inferior:** Anomalía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

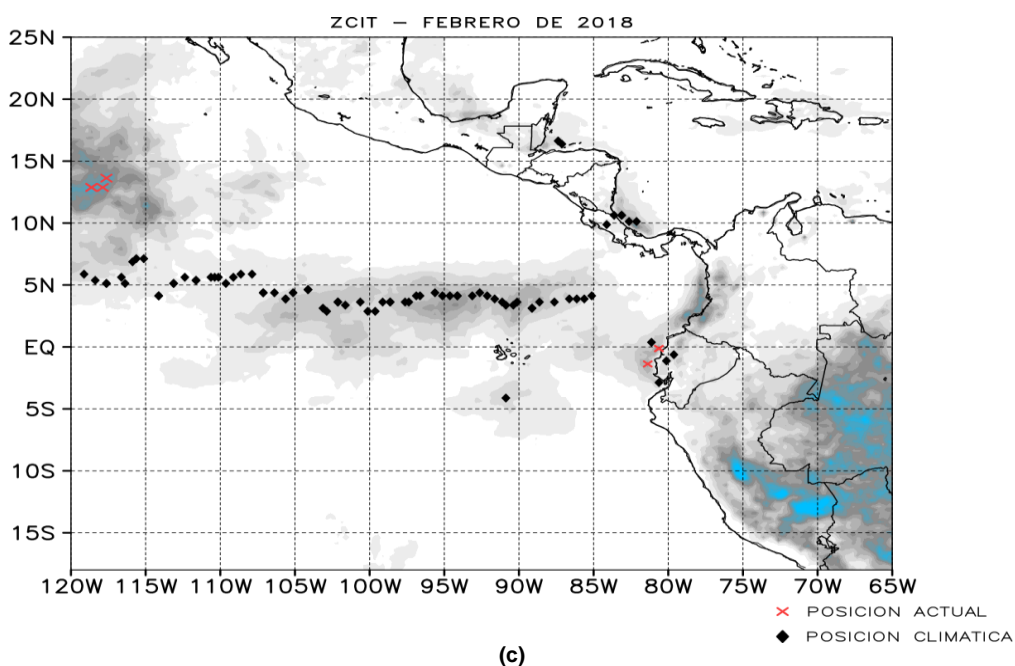
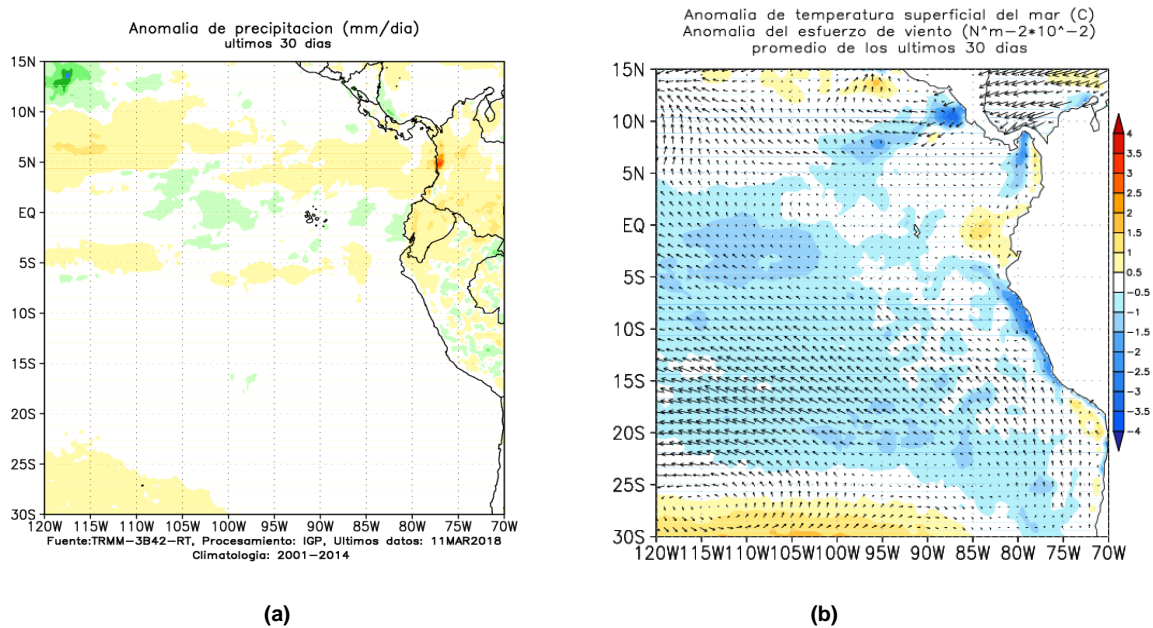


Figura 3.2.1.2. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de febrero, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, y c) Ubicación espacial de la ZCIT durante enero basado en la precipitación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

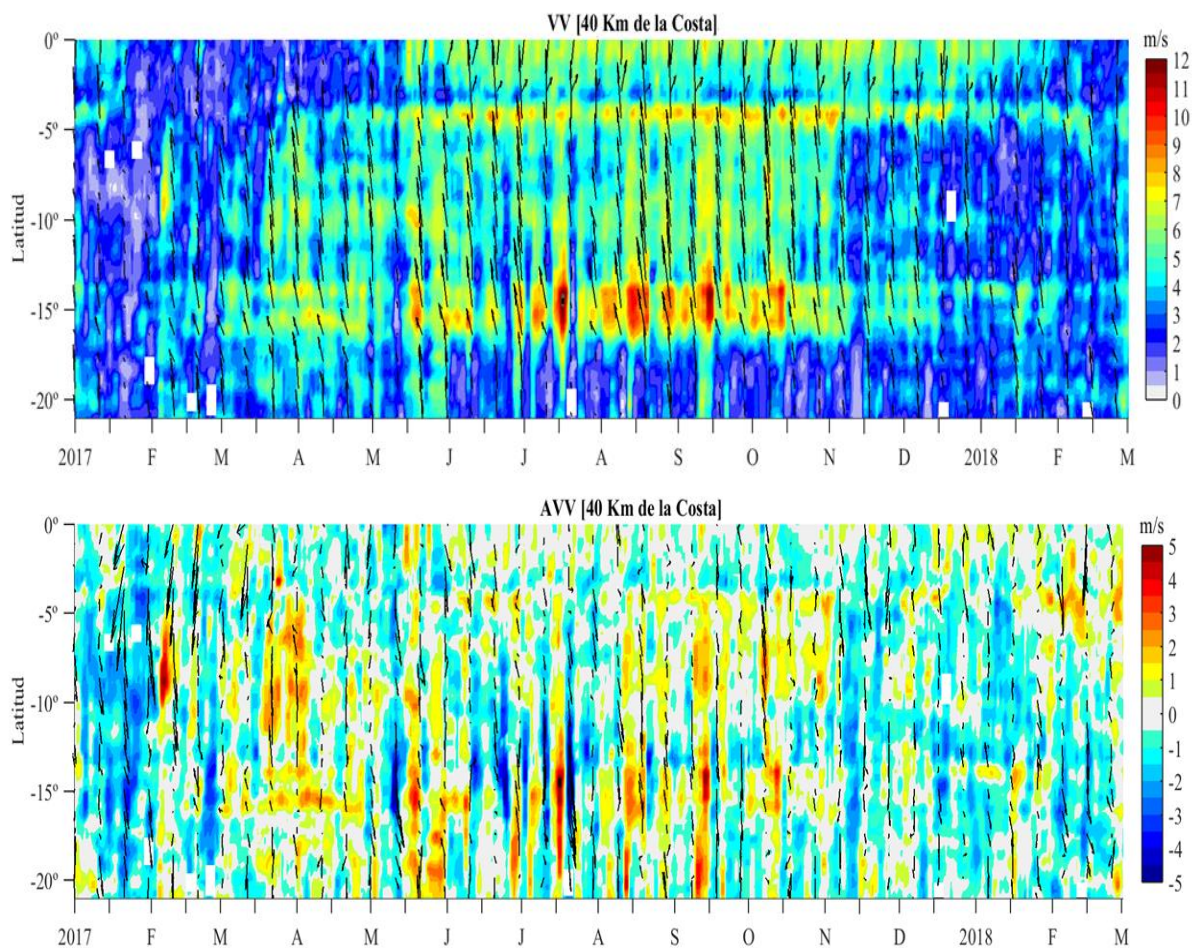


Figura 3.2.1.3. (Arriba) Velocidad del viento (m/s) y (Abajo) Anomalía del viento (m/s) desde enero del 2017 hasta febrero del 2018. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.

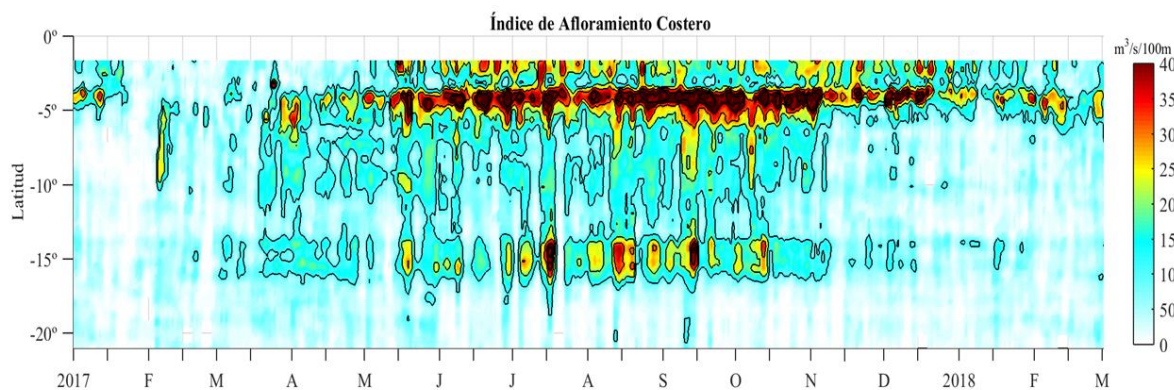


Figura 3.2.1.4. Índice de Afloramiento Costero (a partir del viento diario satelital a 40 Km frente a la costa del Perú). Las líneas encierran los períodos en los cuales persistió viento con componente sur ($vv > 4$ m/s) al menos 05 días consecutivos. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

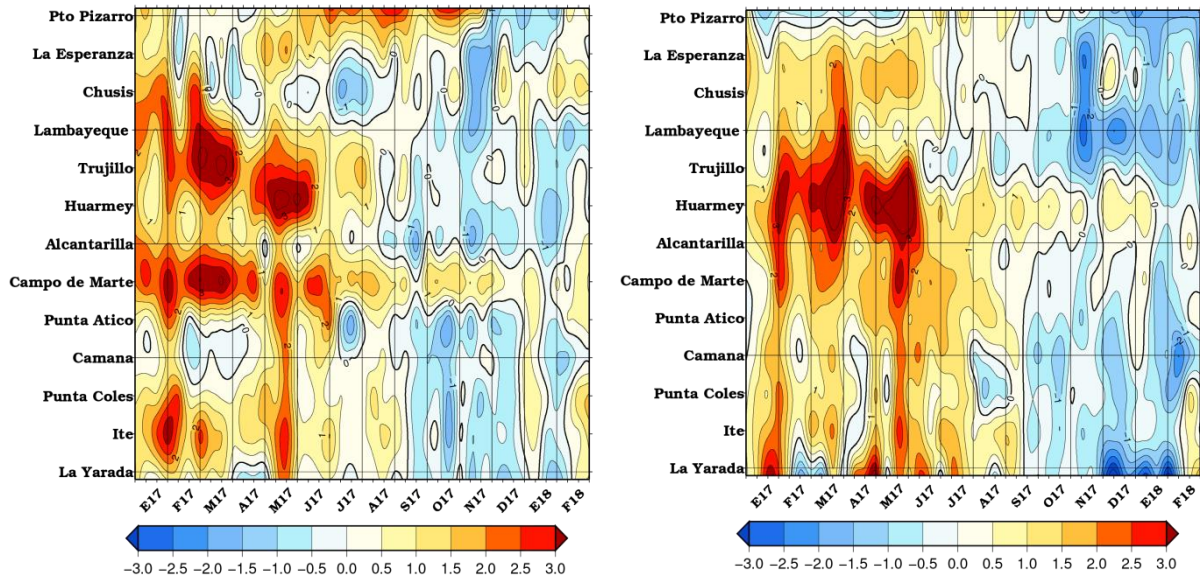


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2017 a febrero del 2018. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

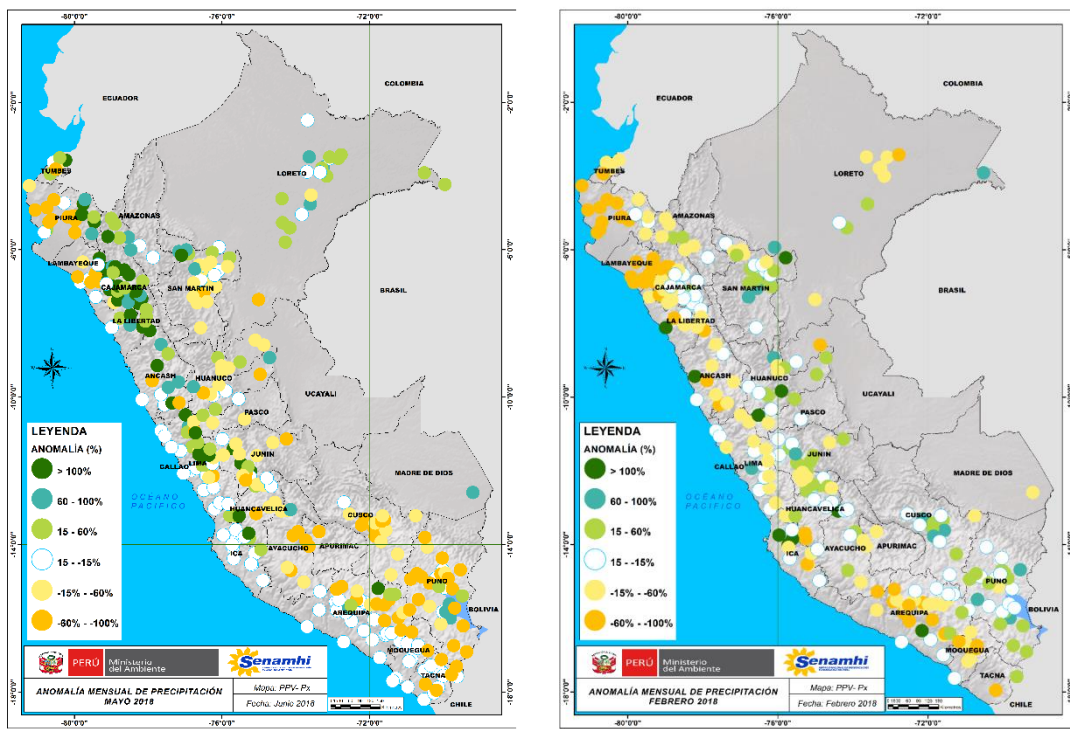
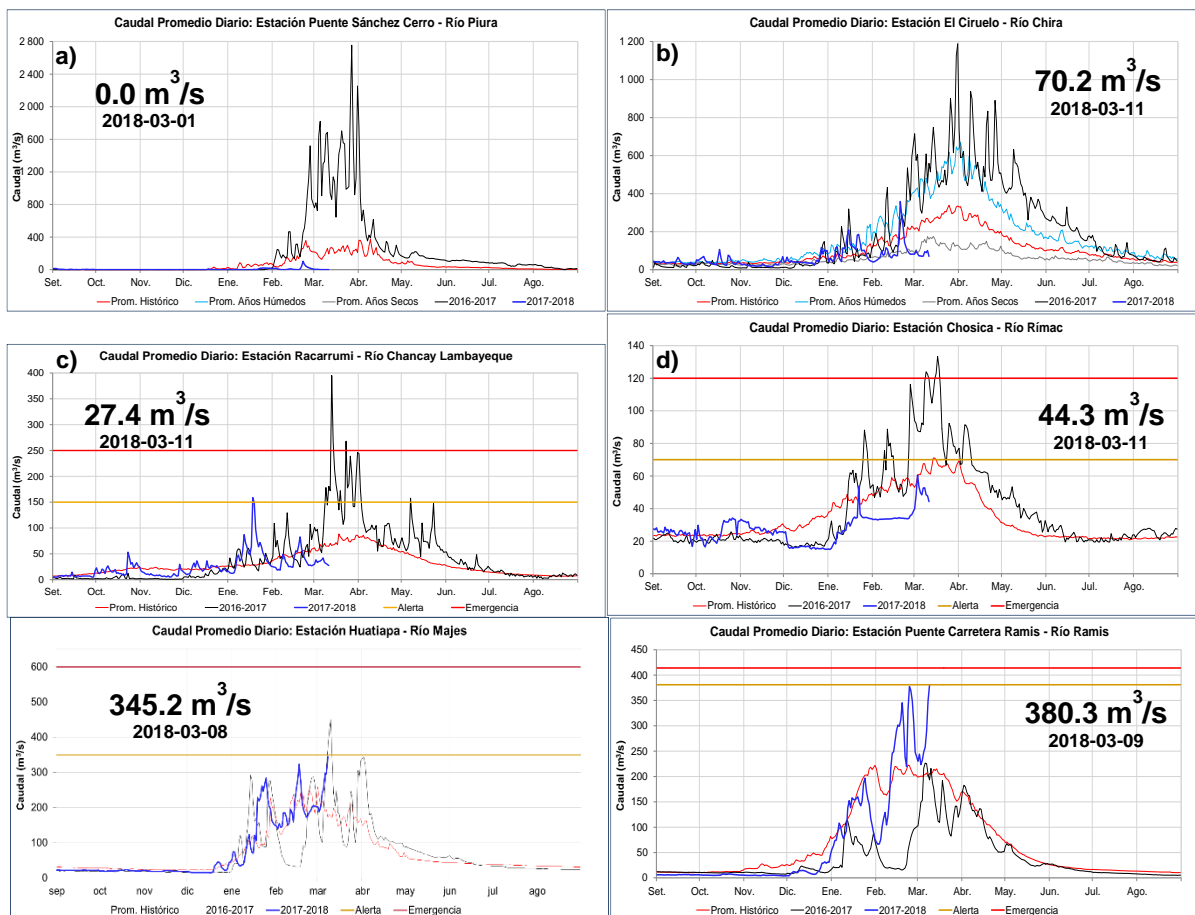


Figura 3.2.3.1. Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para enero (izquierda) y febrero (derecha) 2018, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.



e)

f)

Figura 3.2.3.2. Series de tiempo actualizados a fines de febrero del 2018, de los caudales diarios (m^3/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.

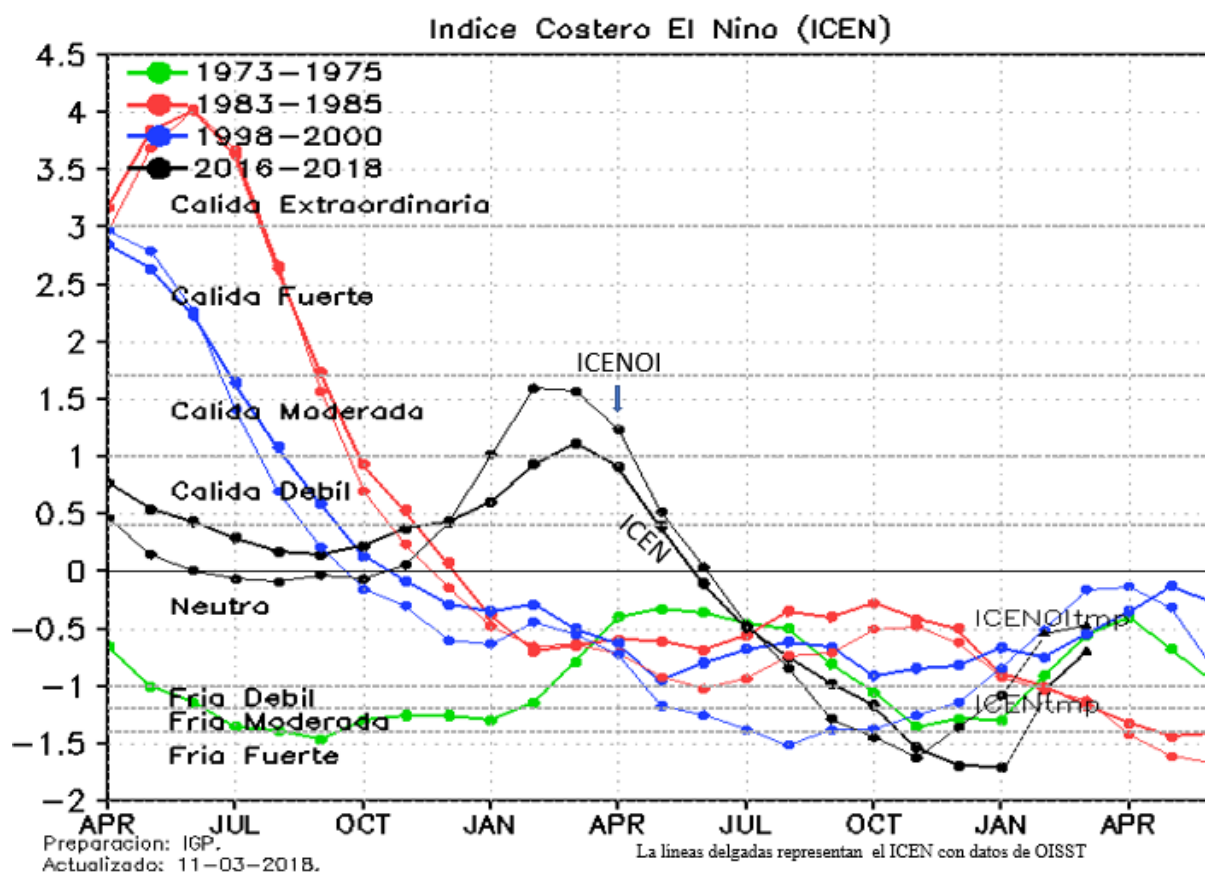


Figura 3.2.4.1. Variabilidad temporal ICEN para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016-2017 (negro). Fuente IGP.

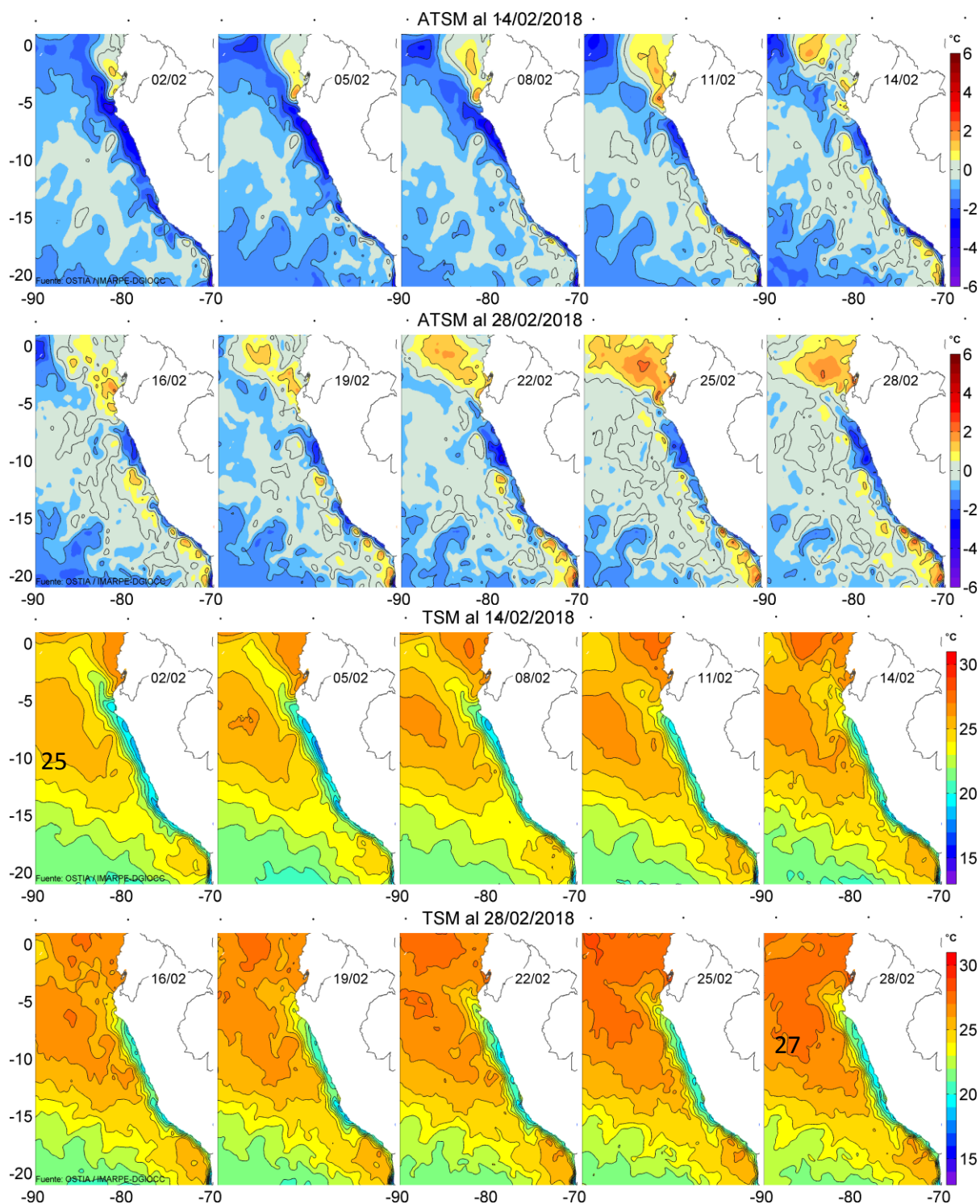
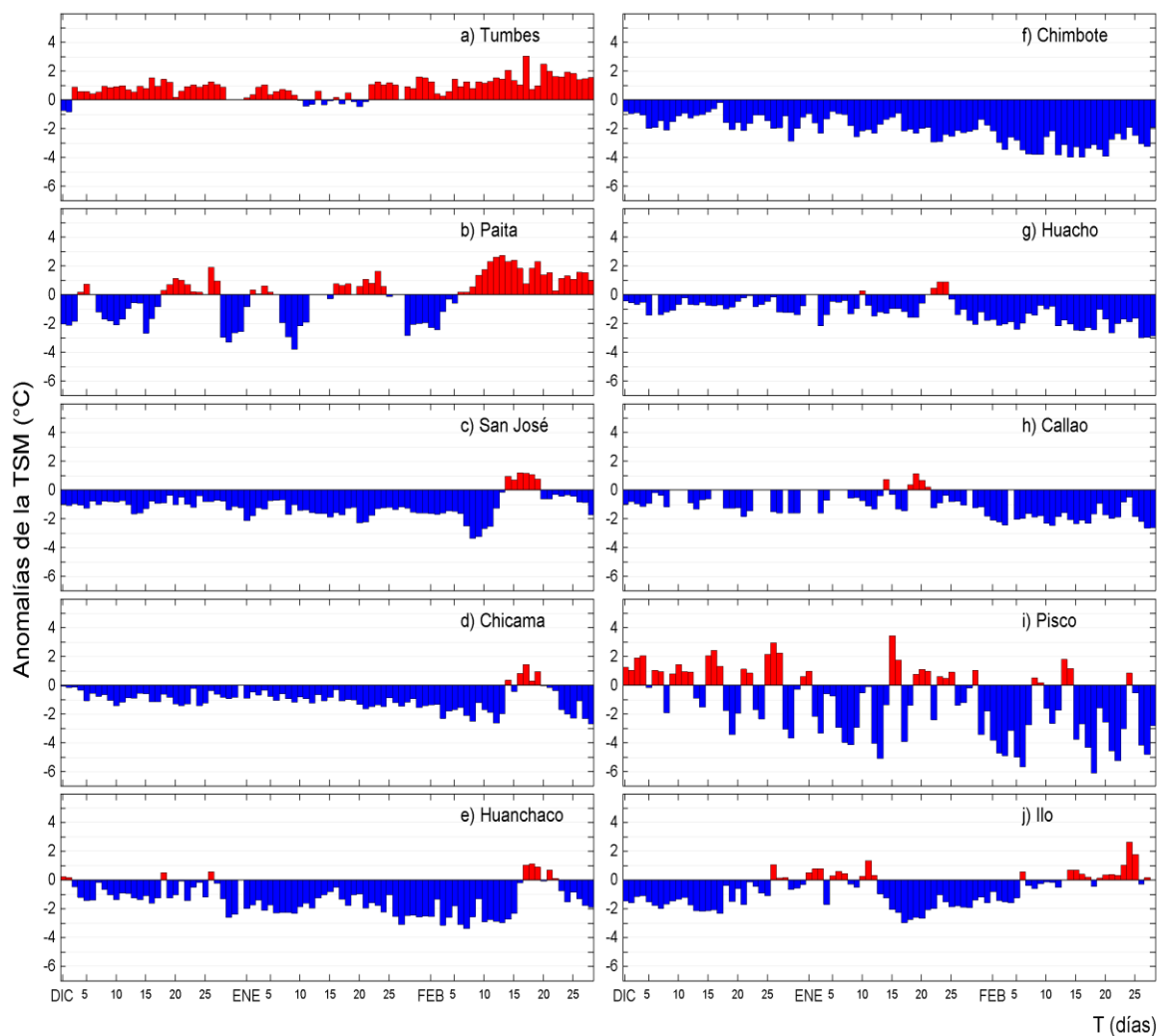
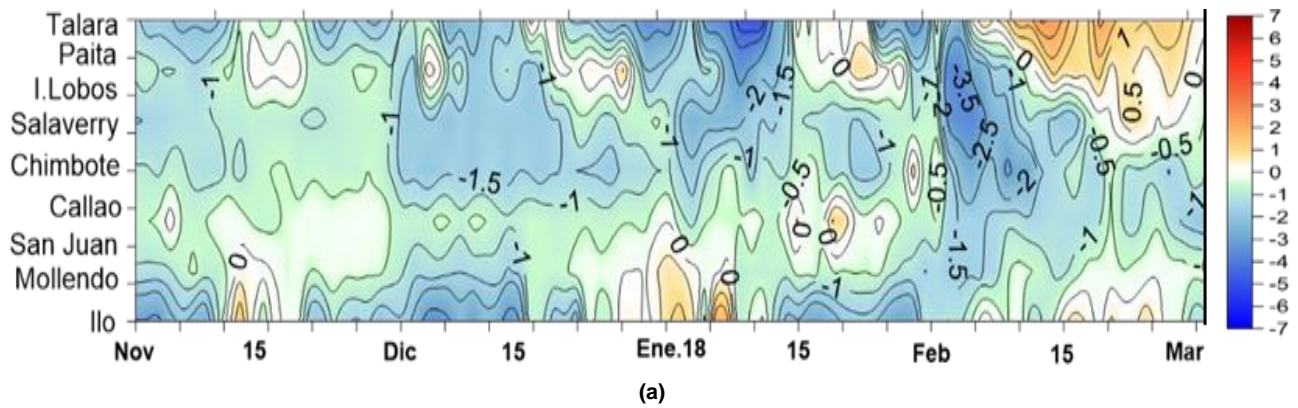
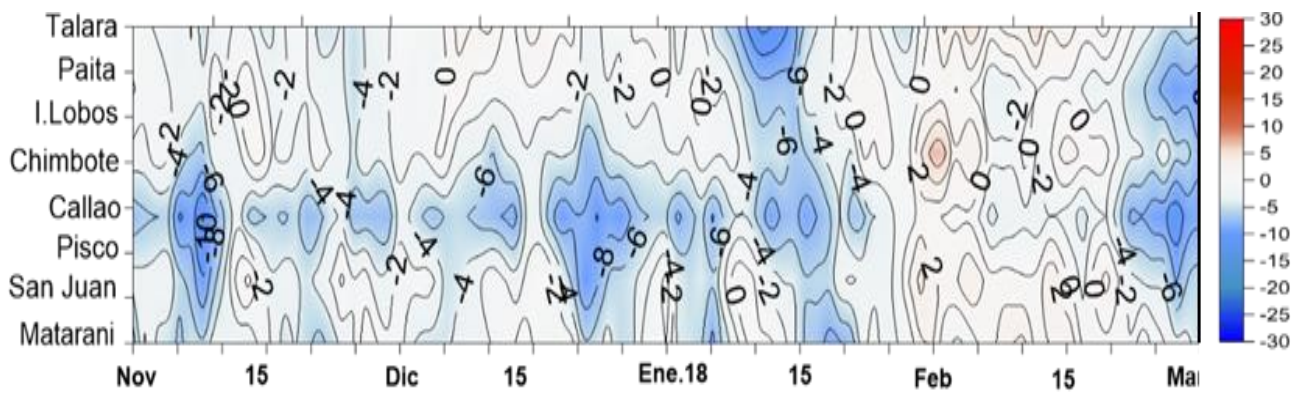


Figura 3.2.4.2. Temperatura superficial del mar y anomalías en (°C) cada tres días durante febrero del 2017. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE.

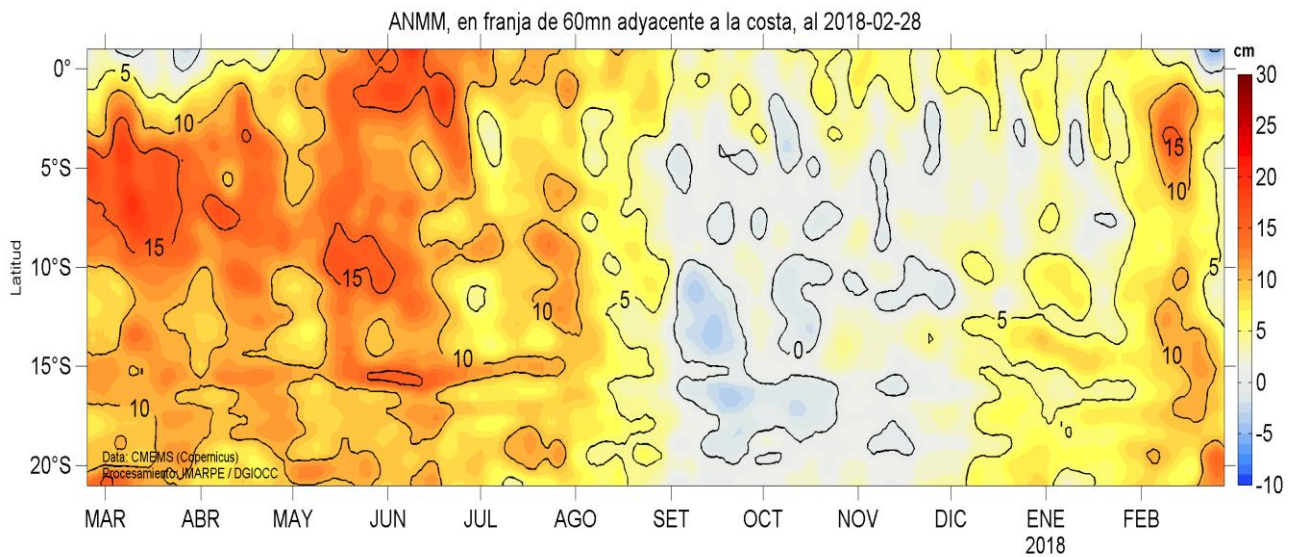


Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras de IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

Figura 3.2.4.3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta febrero del 2018; a) Diagrama Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, b) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.



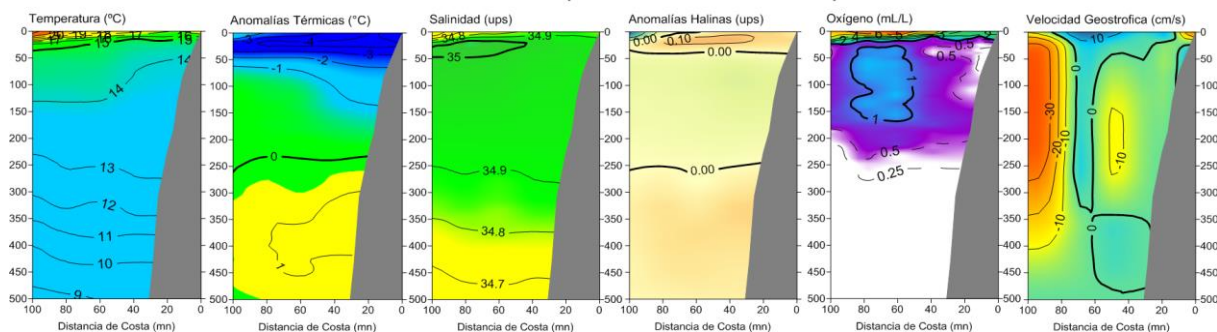
(a)



(b)

Figura 3.2.4.4. Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a febrero de 2018, a) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN y b) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2017 – 2018; Fuente AVISO – IMARPE.

SECCIÓN PAITA (28-29 de enero del 2018)



SECCIÓN PAITA (27-28 de febrero del 2018)

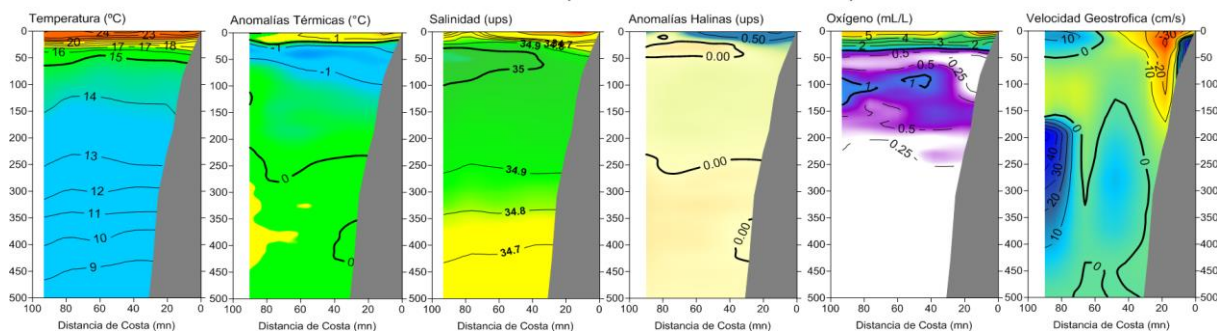
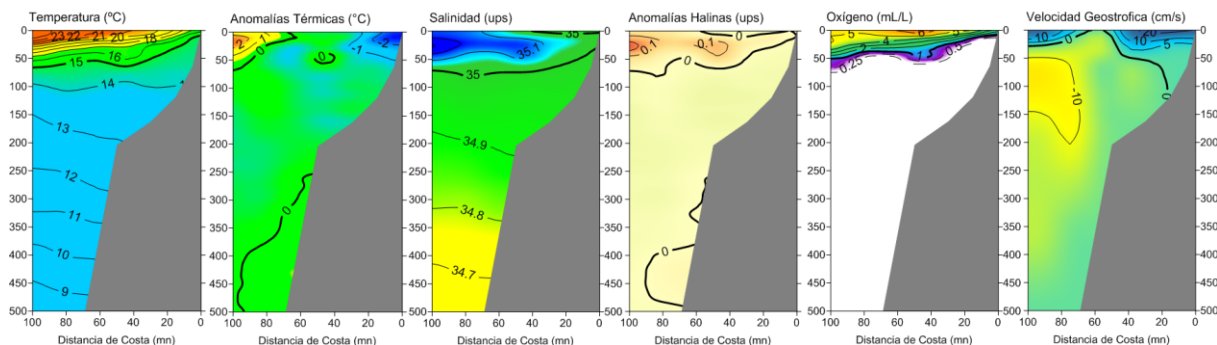


Figura 3.2.5.1 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups); e) oxígeno (mL/L), frente a Paita, realizada durante los días 28 – 29 de enero y 27 – 28 de febrero de 2018. Fuente: IMARPE.

SECCIÓN CHICAMA (26-27 enero 2018)



SECCIÓN CHICAMA (21-22 febrero 2018)

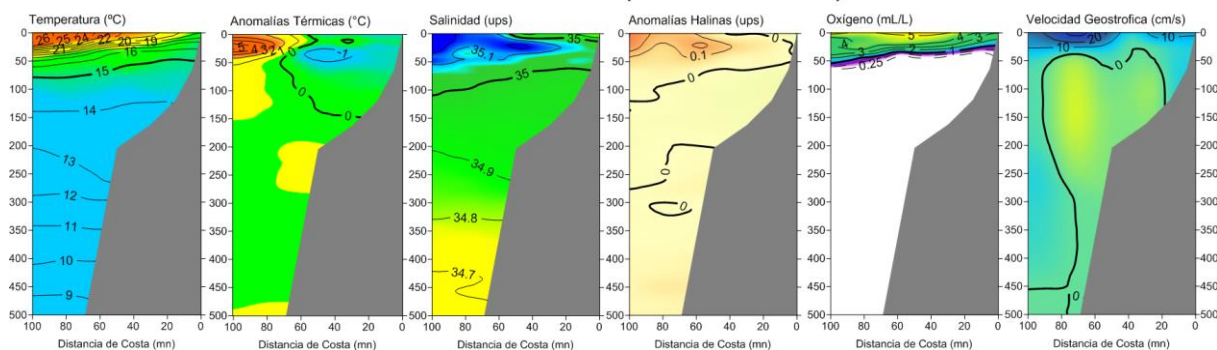


Figura 3.2.5.2 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) e) oxígeno (mL/L), frente a Chicama, realizada durante los días 26 – 27 enero y 21 – 22 de febrero de 2018. Fuente: IMARPE.

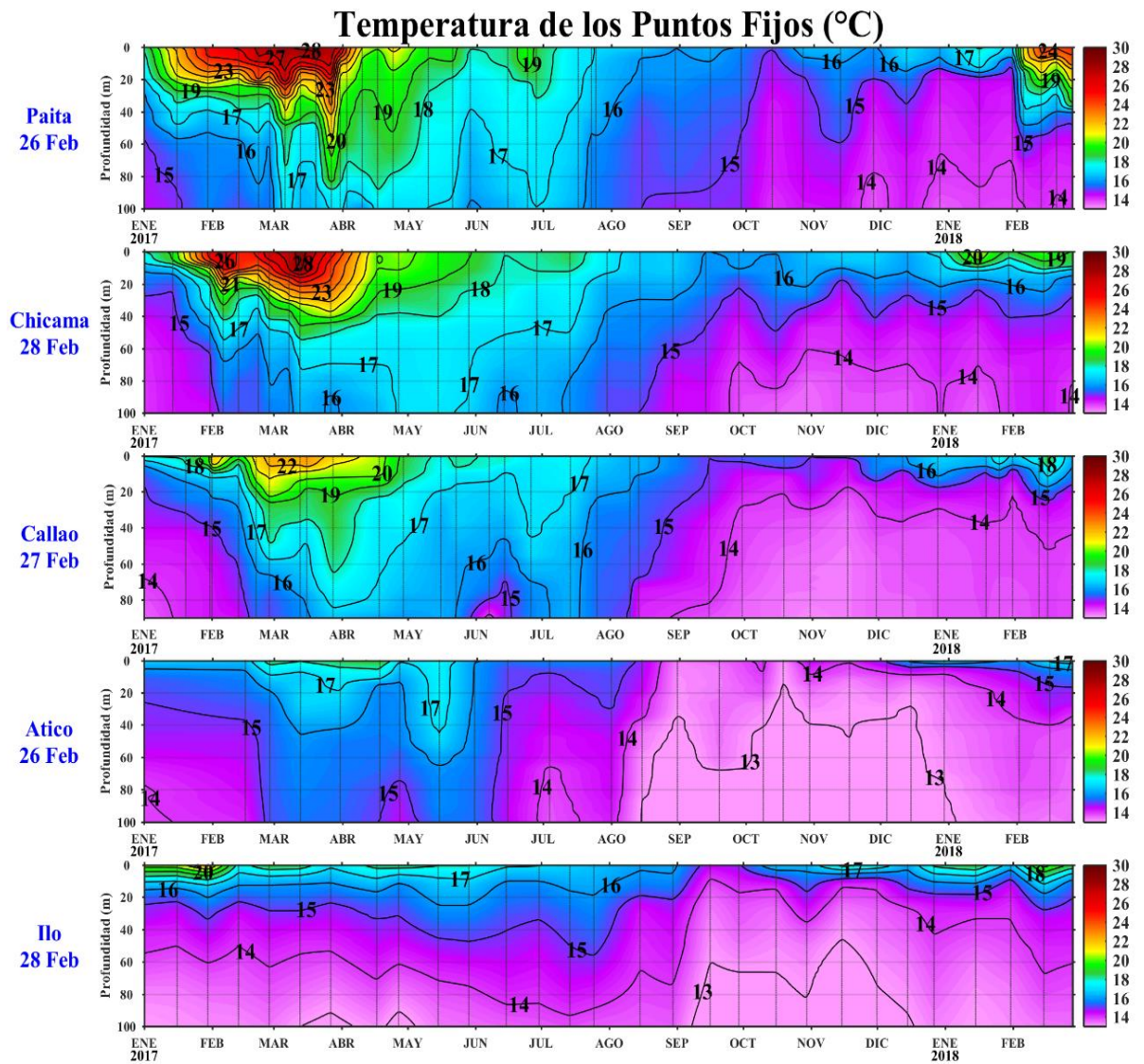
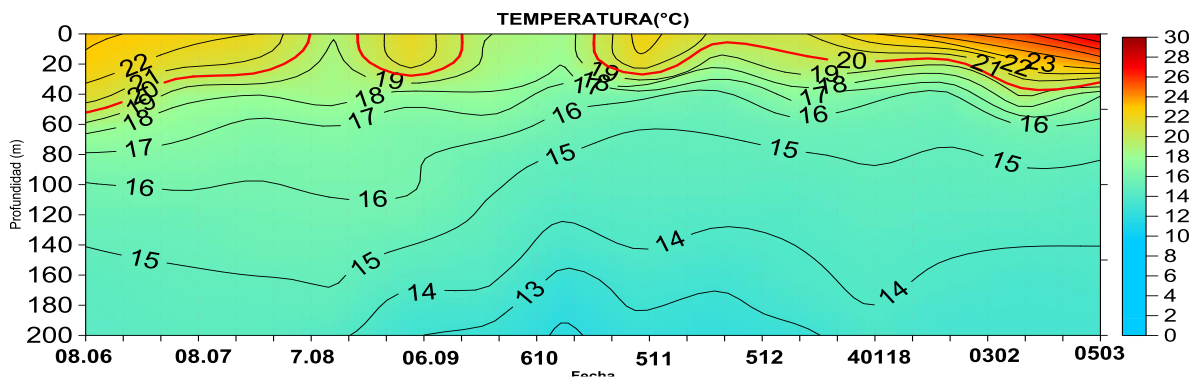
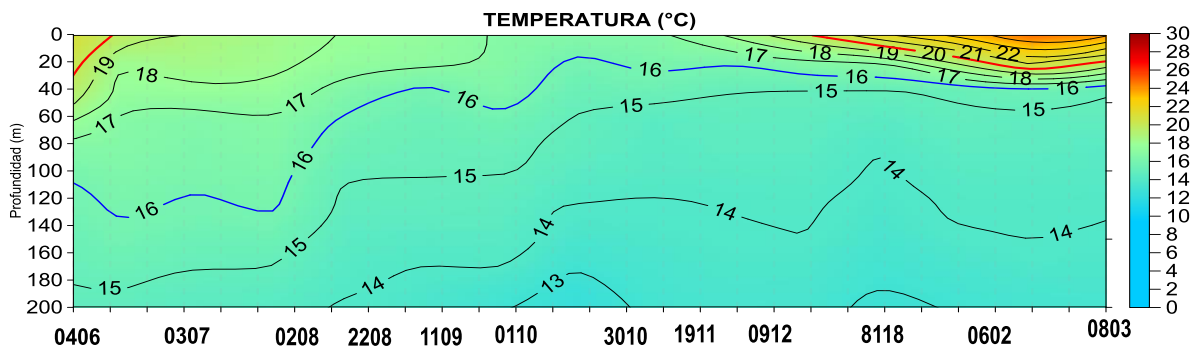


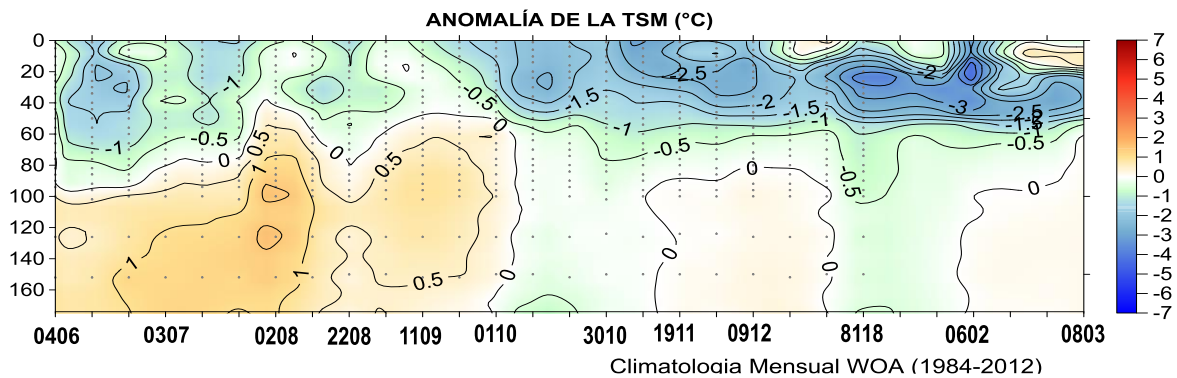
Figura 3.2.5.3. Series de tiempo de la estructura térmica en las estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico, e Ilo desde enero de 2017 a febrero de 2018. Climatología: 1994 – 2010. Fuente: LHFMDGIOCC/IMARPE.



(a)



(b)



(c)

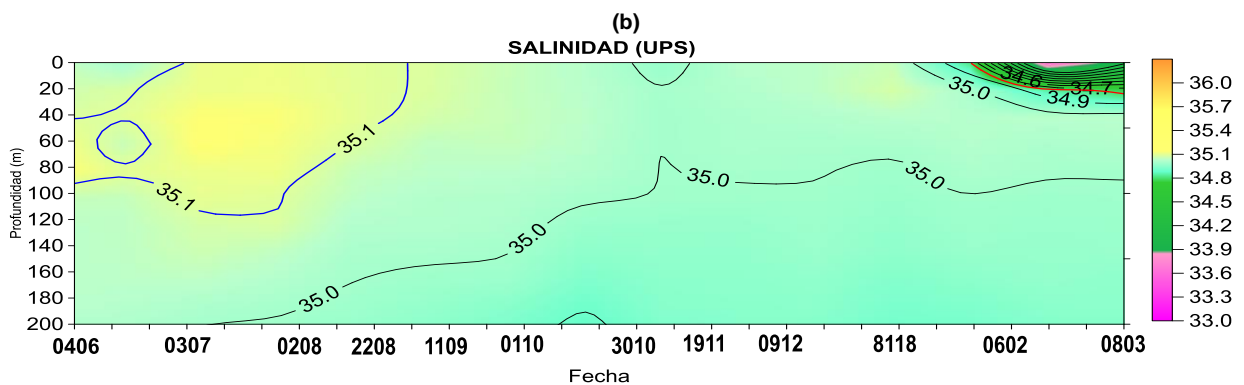


Figura 3.2.5.4. Diagrama de Hovmöller de la estructura térmica en los puntos fijos: a) 85°W y 2°S y b) 90millas de Paita hasta los 200 m de profundidad, desde el 04 de junio de 2017 hasta el 03 de marzo de 2018. c) El gráfico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.

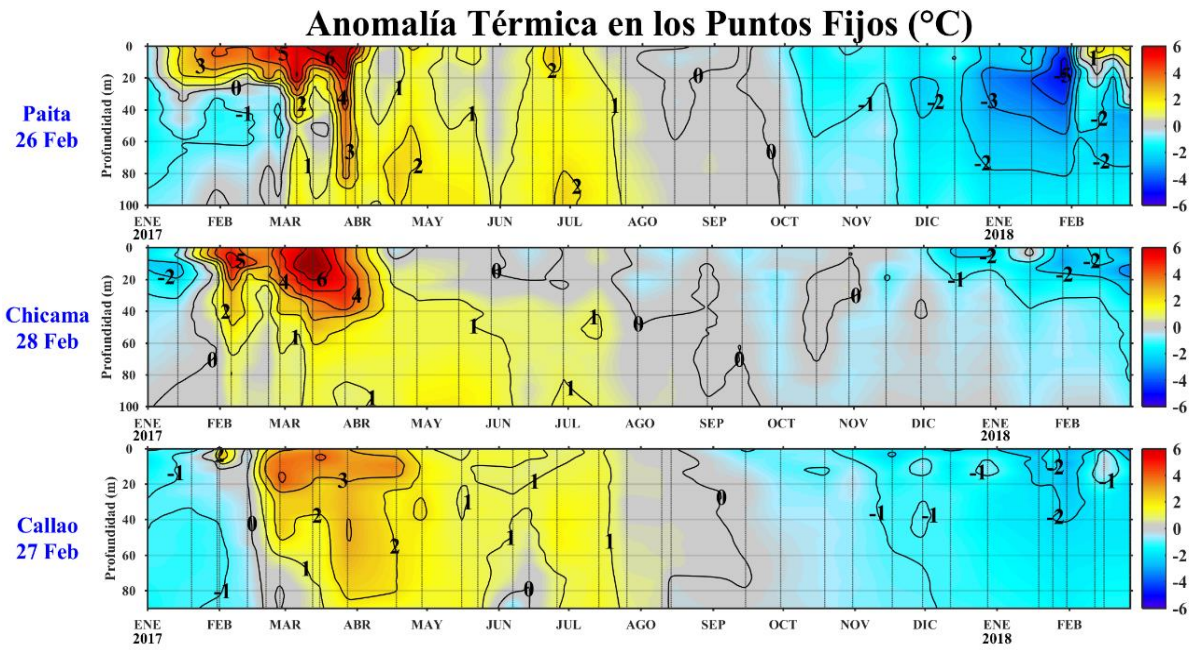


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo serie de anomalía térmica usando datos Argo y climatología GODAS (1993-2015) en la zona ecuatorial (a – c) y anomalía térmica de la estación fija de Paíta entre enero de 2017 y febrero de 2018. Fuente: IMARPE.

Salinidad en los Puntos Fijos (ups)

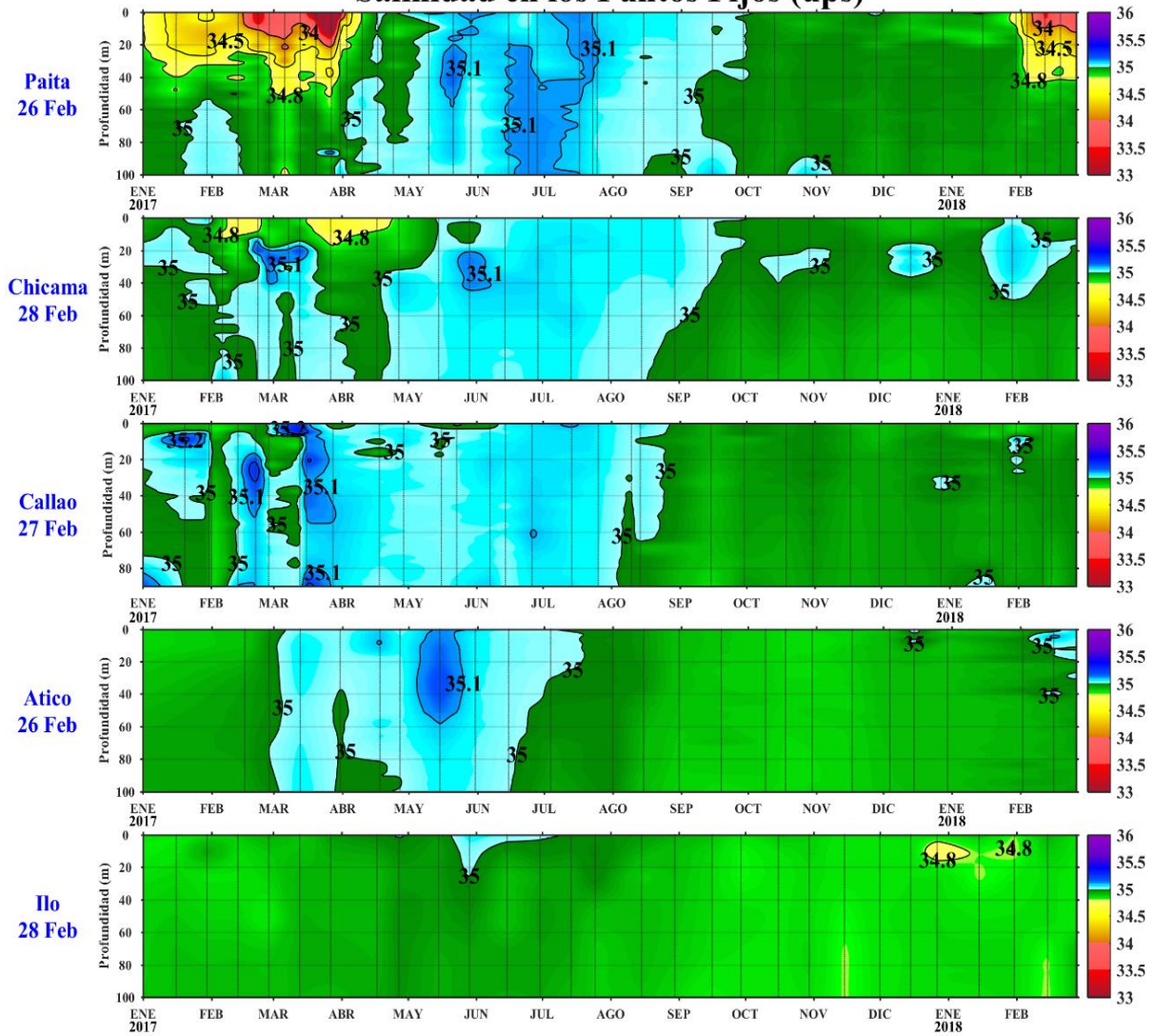


Figura 3.2.5.6. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (UPS) en las estaciones fijas Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo entre enero del 2017 y febrero del 2018. Fuente: IMARPE.

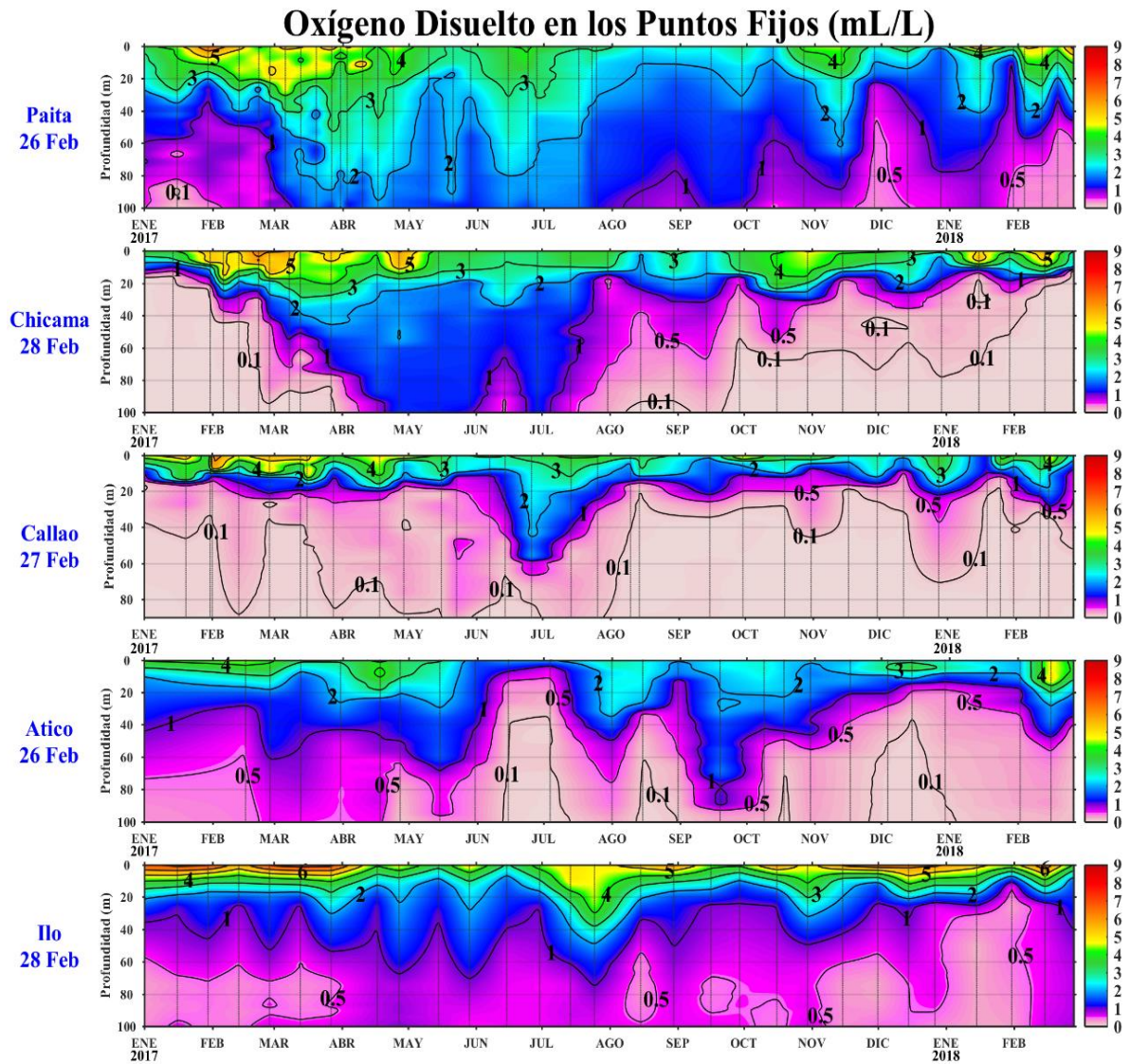


Figura 3.2.5.7. Series de tiempo del Oxígeno disuelto en el agua de mar (mL/L) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2017 a febrero del 2018. Fuente: IMARPE.

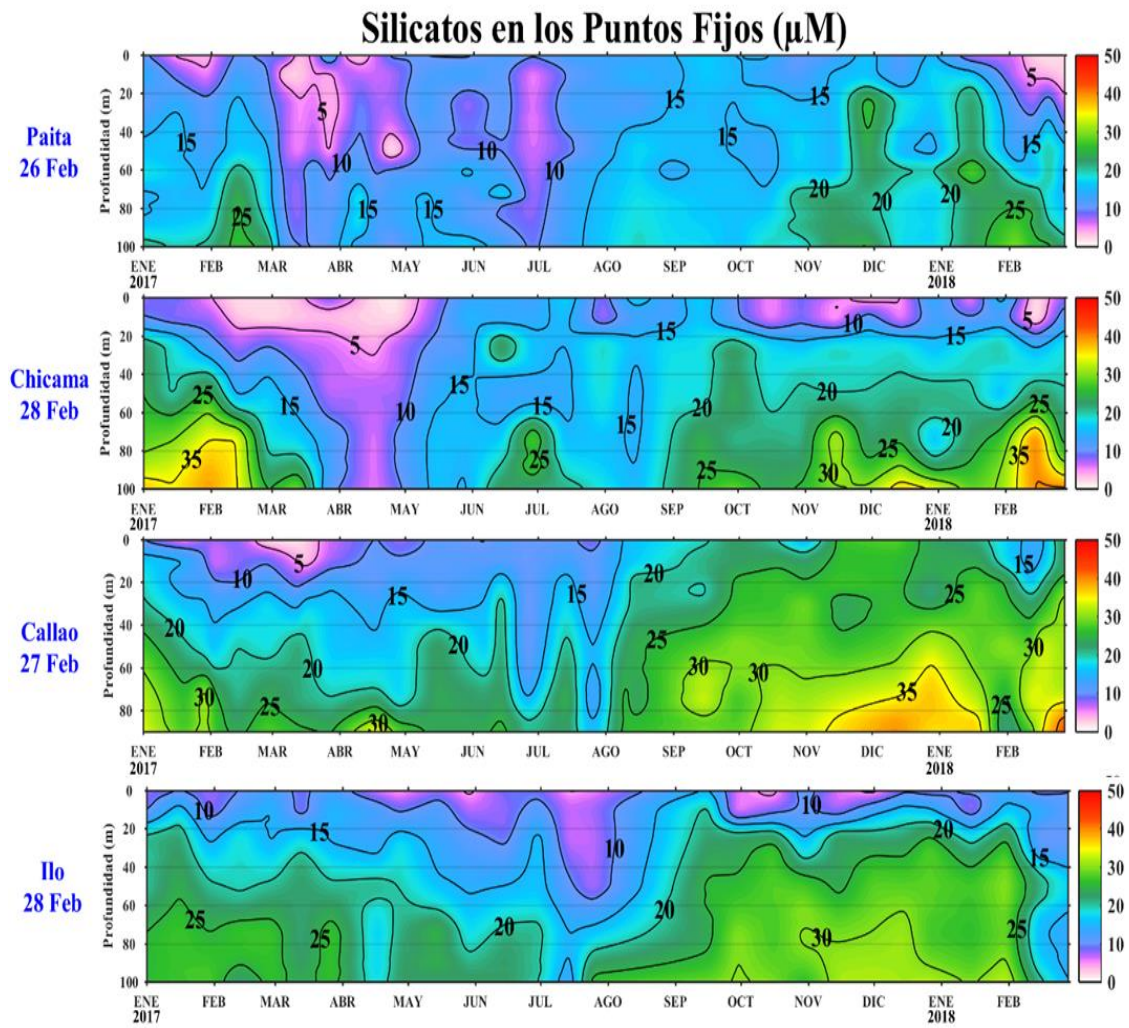


Figura 3.2.5.8. Series de tiempo de silicatos (μM) estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2017 a febrero del 2018. Fuente: IMARPE.

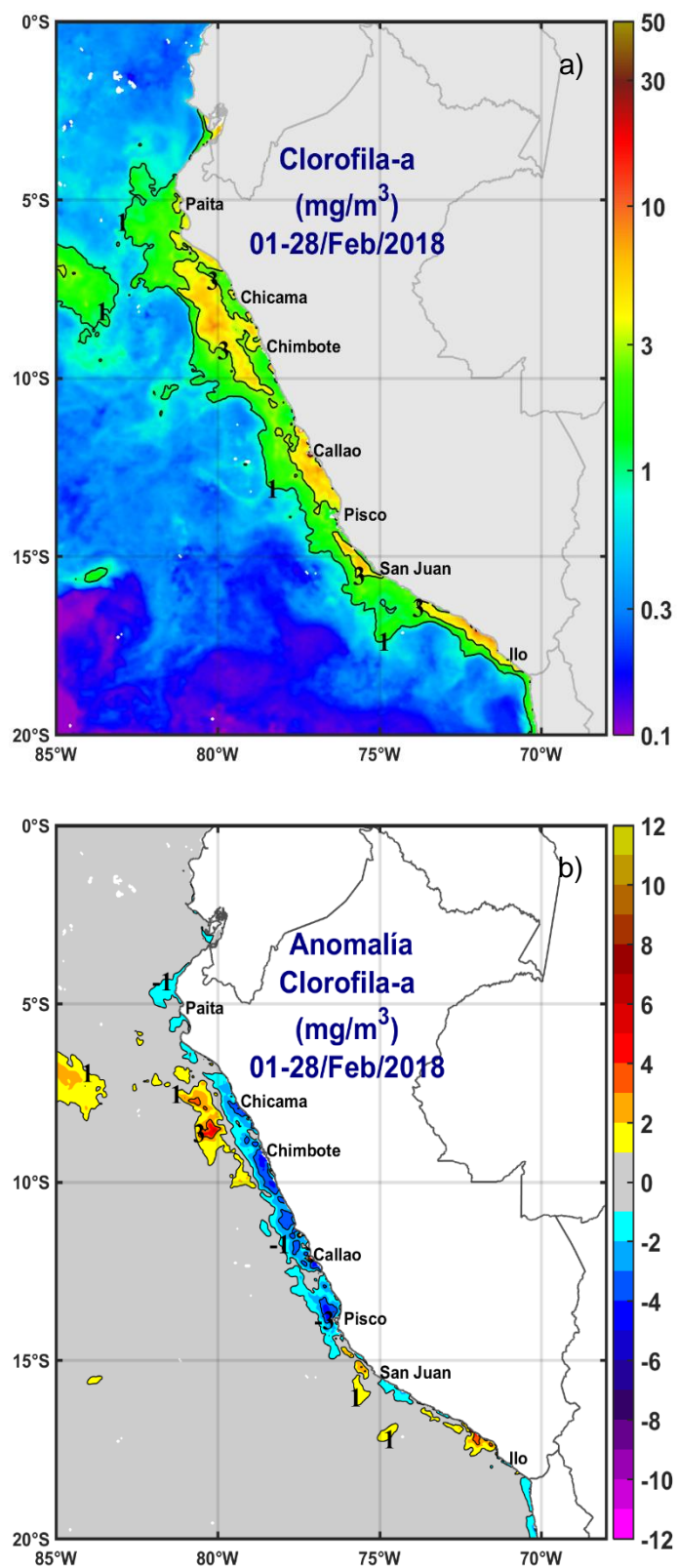


Figura 3.2.6.1. Distribución espacial de la anomalía de la clorofila "a" frente a la costa peruana durante el mes de febrero de 2018. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

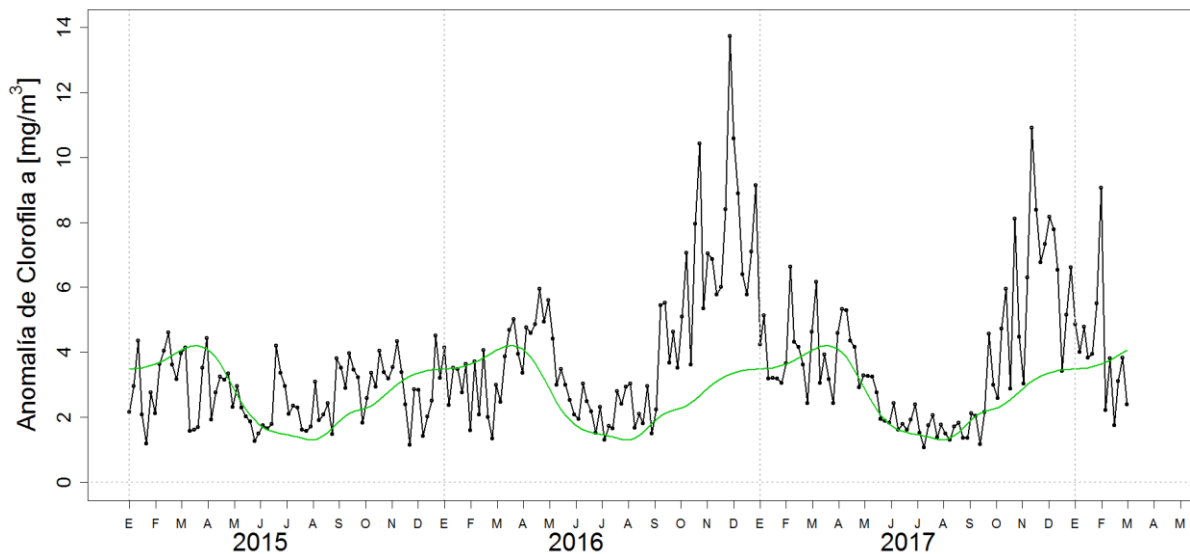


Figura 3.2.6.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías pentadales de clorofila-a superficial entre los 04°S y 16°S (0-100km). Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

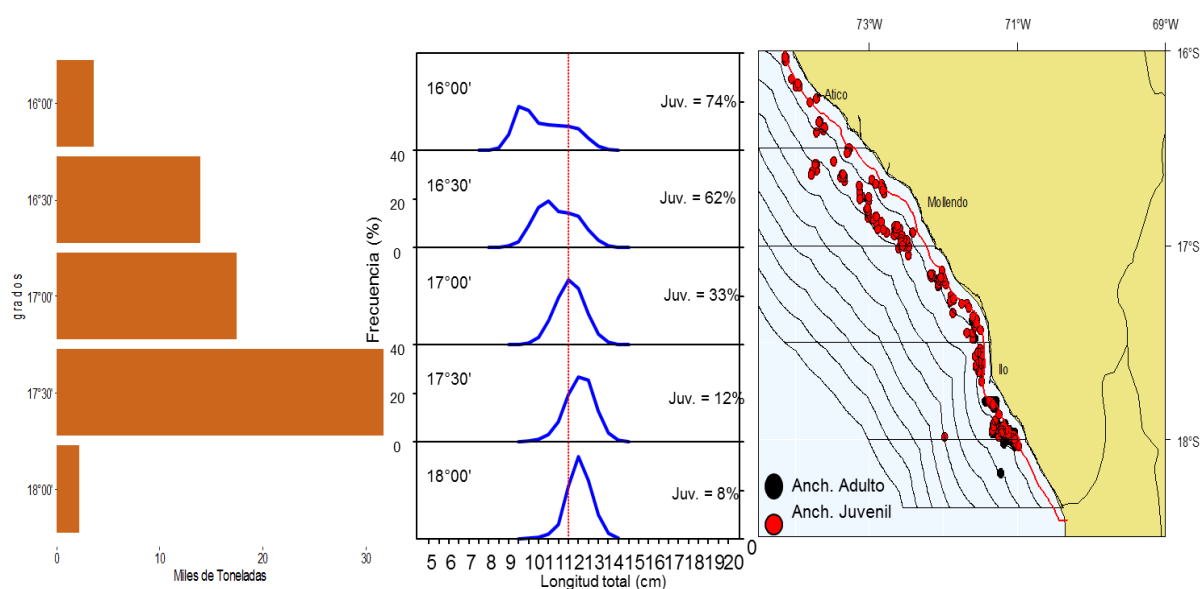


Figura 3.2.7.1. Capturas según grado latitudinal, estructura de tallas y distribución de anchoveta provenientes de la flota industrial en la región sur durante febrero 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

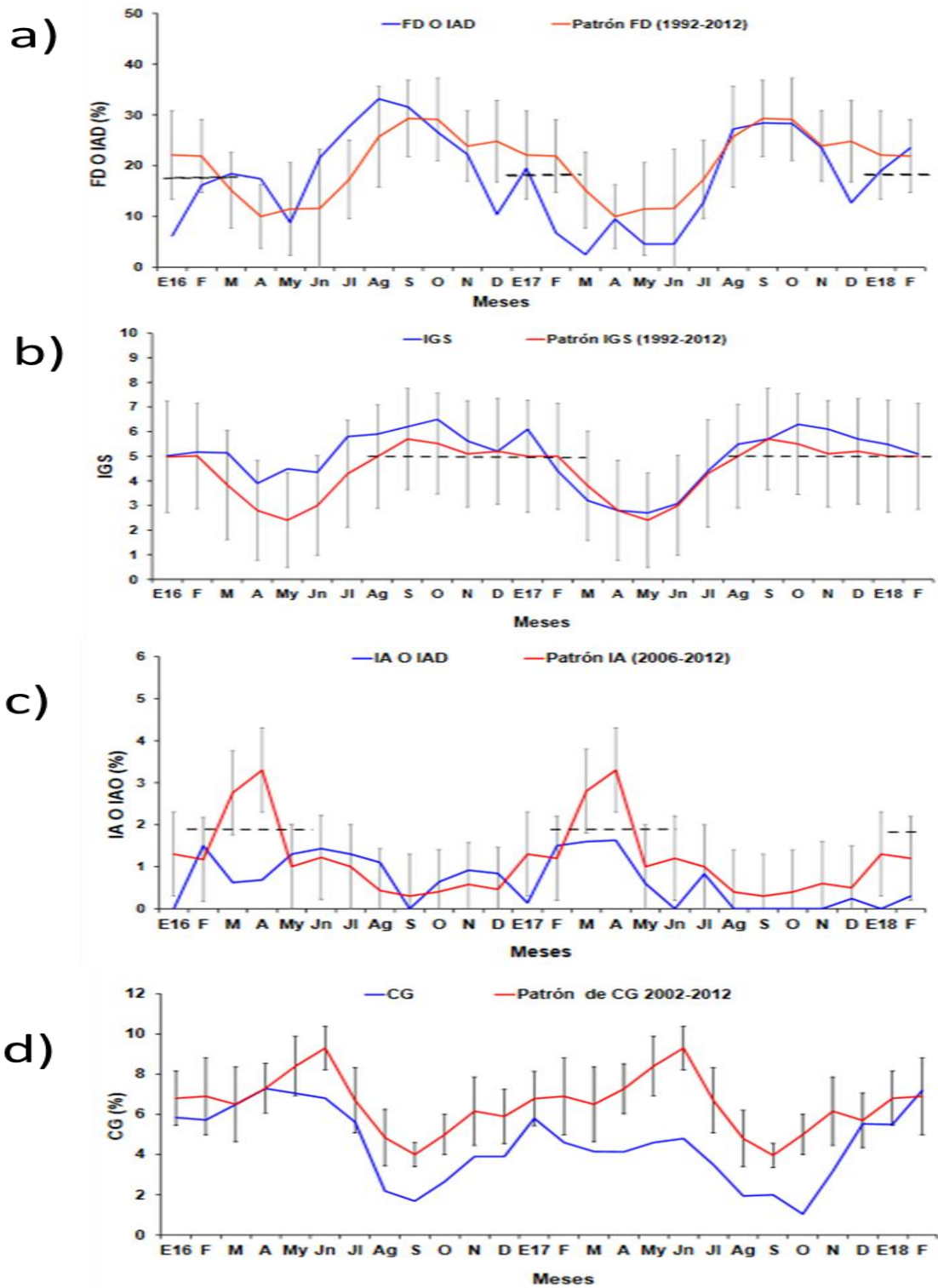


Figura 3.2.7.2. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2015 – febrero de 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

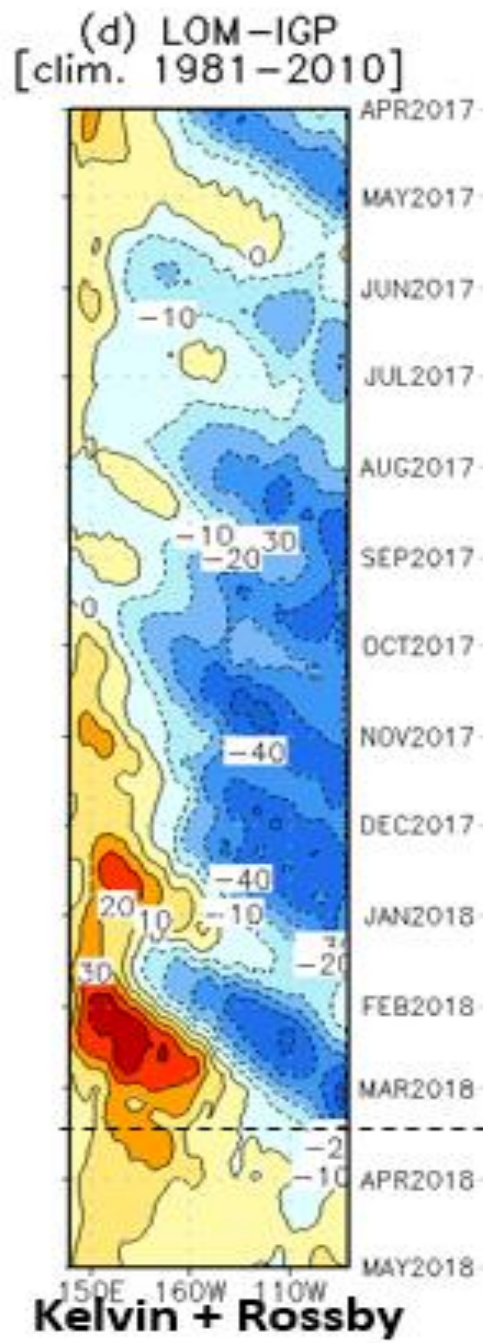


Figura 4.2.1 Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).

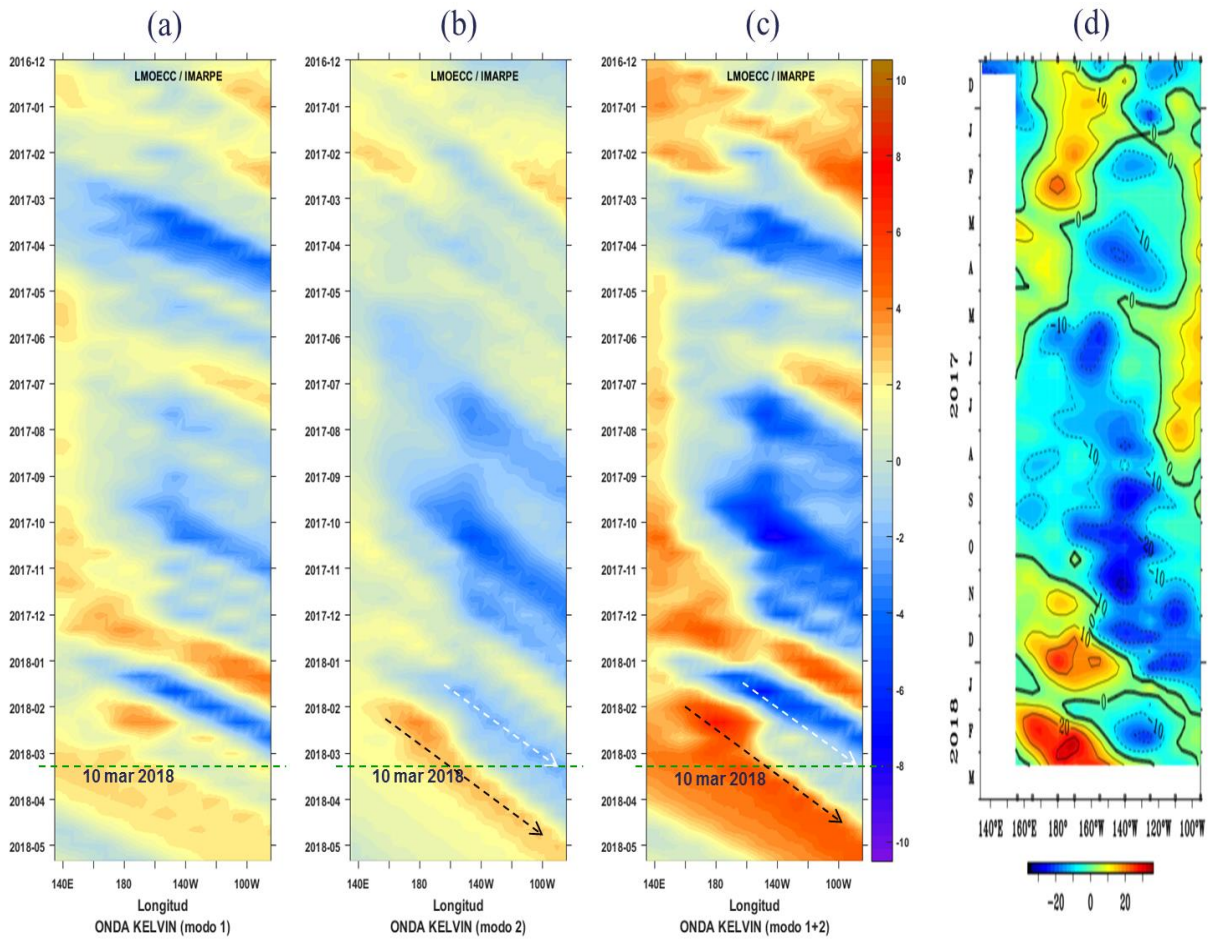


Figura 4.2.2. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

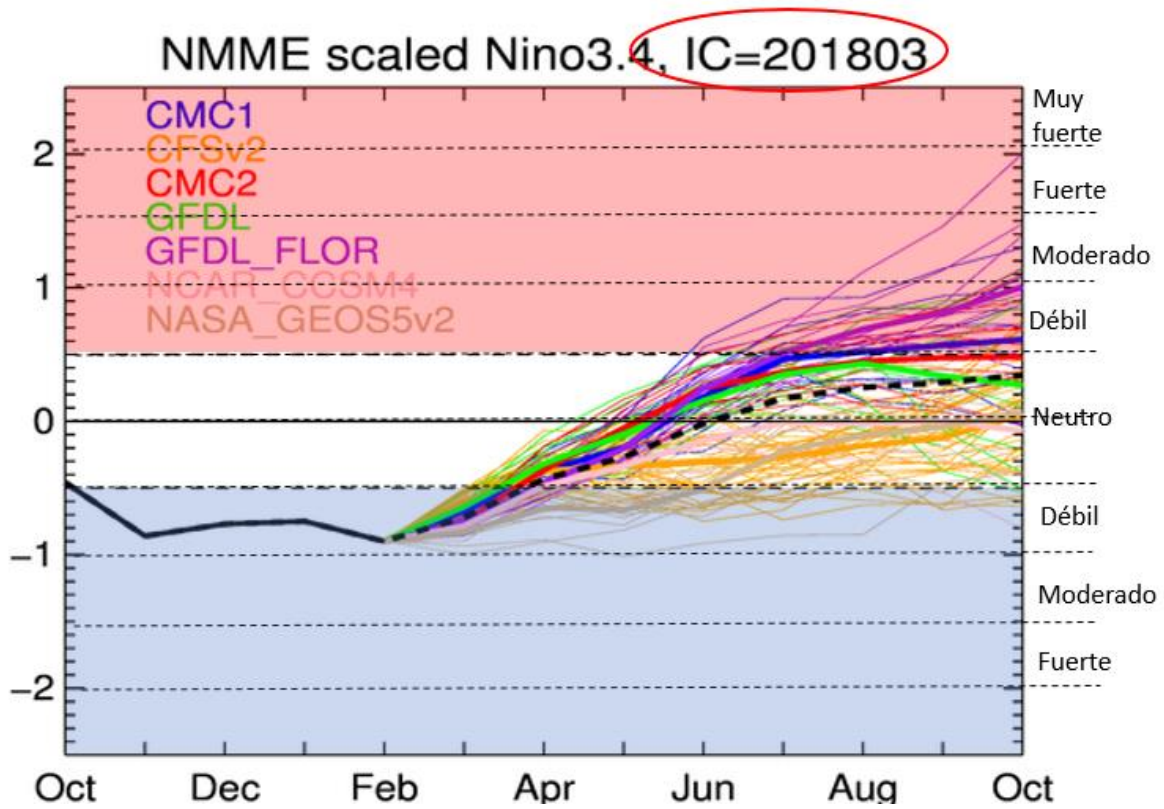


Figura 4.2.3. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

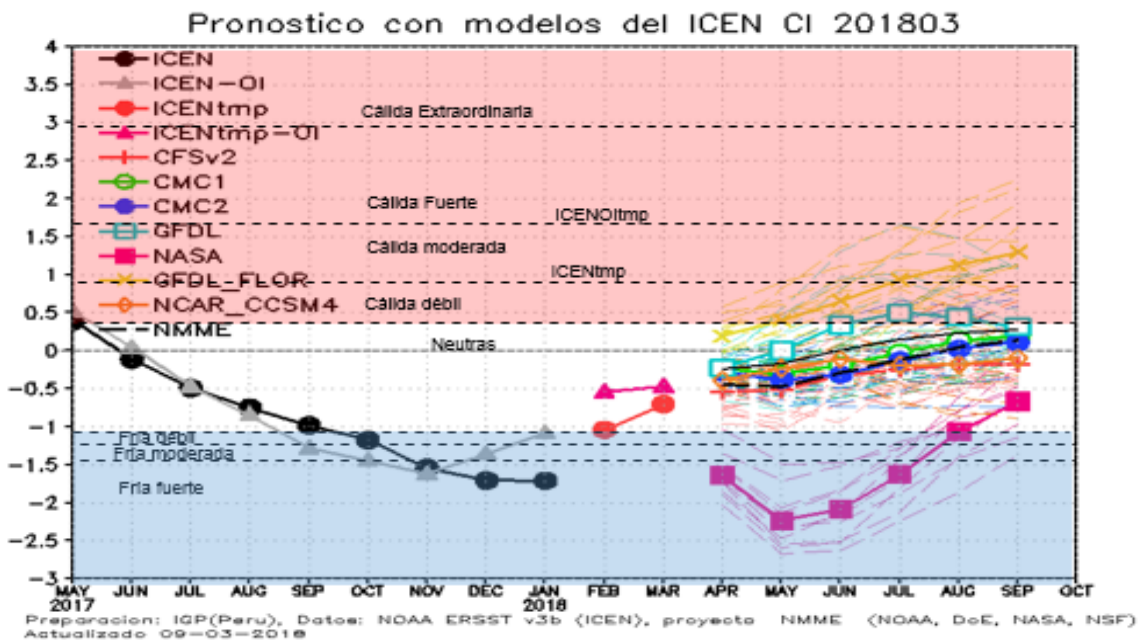


Figura 4.2.4. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCISM4 tienen como condición inicial el mes de marzo de 2018. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

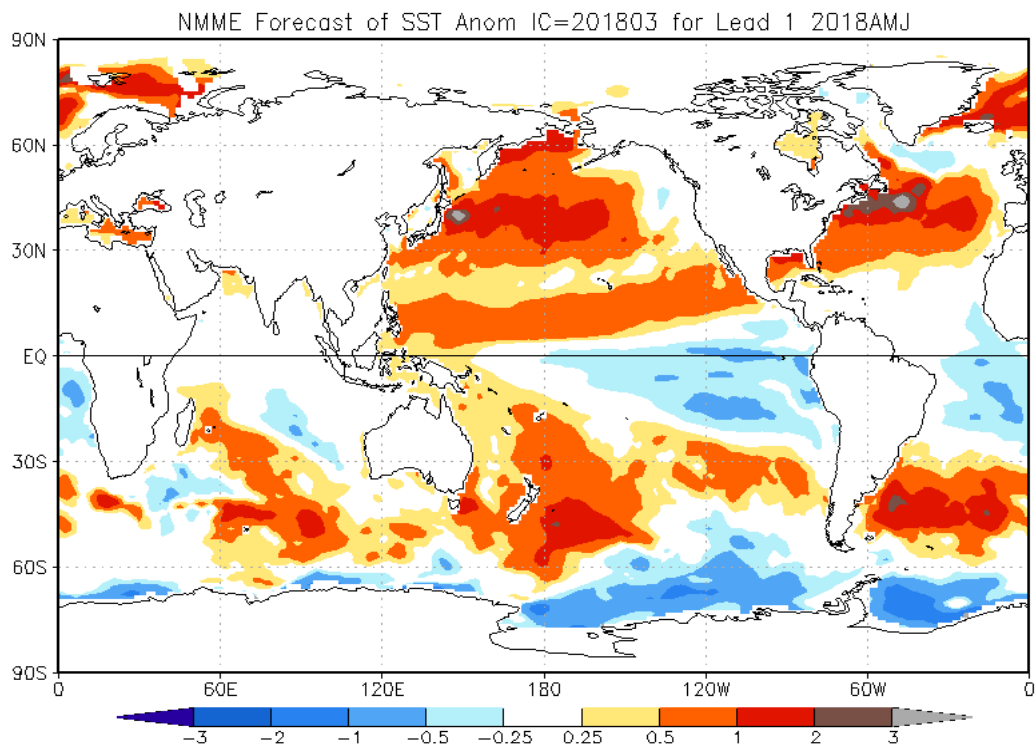


Figura 4.2.5. Pronóstico estacional de temperatura superficial del mar (calibrados) para mayo de 2018 por modelos de NMME inicializados en marzo de 2018 (Fuente: NOAA).

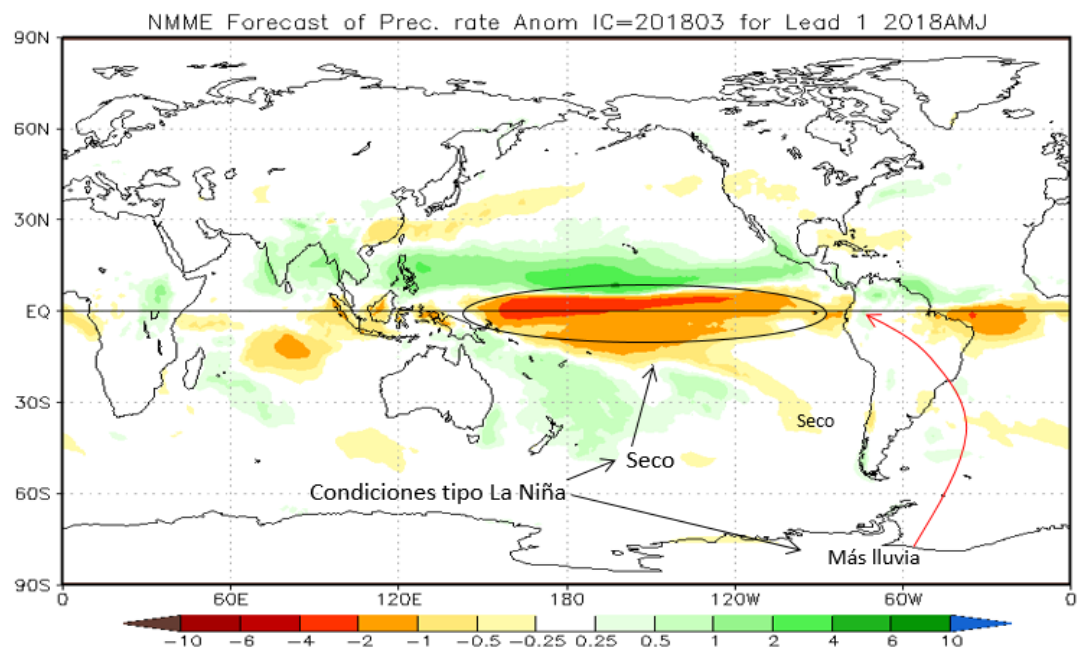


Figura 4.2.6. Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre abril – junio 2018 por modelos de NMME inicializados en marzo 2018 (Fuente: NOAA).

8. TABLAS

Tabla 3.1.4.1. Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de mayo 2017 a enero 2018. Además el ONItmp para febrero y marzo del 2018. Fuente IGP.

ONI	
ONI	Categoría
0.48	Neutra
0.27	Neutra
-0.10	Neutra
-0.15	Neutra
-0.42	Neutra
-0.71	Fría Débil
-0.88	Fría Débil
-0.98	Fría Débil
-0.87	Fría Débil

ONItmp	Categoría
-0.86	Fría Débil
-0.70	Fría Débil

Tabla 3.1.4.2. Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de mayo 2017 a enero del 2018. Además el ICENtmp para los meses de febrero y marzo de 2018. Fuente IGP.

Valores del Índice Costero El Niño						
Mes	ICEN v3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICEN v5	Categoría
05/2017	0.39	Neutro	0.52	Cál. Débil	0.46	Cál. Débil
06/2017	-0.11	Neutro	0.04	Neutro	-0.01	Neutro
07/2017	-0.49	Neutro	-0.47	Neutro	-0.24	Neutro
08/2017	-0.75	Neutro	-0.84	Neutro	-0.47	Neutro
09/2017	-0.98	Neutro	-1.28	Fría Moder	-0.66	Neutro
10/2017	-1.17	Fría Débil	-1.44	Fría Fuerte	-0.98	Neutro
11/2017	-1.54	Fría Fuerte	-1.62	Fría Fuerte	-1.19	Fría Débil
12/2017	-1.70	Fría Fuerte	-1.36	Fría Moder.	-1.32	Fría Moder.
01/2018	-1.71	Fría Fuerte	-1.08	Fría Débil	-1.20	Fría Débil

Mes	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría
02/2018	-1.04	Fría Débil	-0.54	Neutro	-0.80	Neutro
03/2018	-0.70	Neutro	-0.47	Neutro	-0.59	Neutro

Tabla 3.2.4.2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C, panel superior) y nivel medio del mar (cm, panel inferior) en el semestre enero 2017 – febrero 2018. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	2017												2018	
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Talara	1.0	3.0	4.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	0.0	-0.3	-0.7	-1.6	-1.7	-2.1	1.0
Paita	2.4	4.6	5.7	2.3	1.4	1.3	0.6	0.0	0.1	0.5	-0.5	-0.7	-1.0	0.4
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	-0.9	-1.0	-1.7
Salaverry	0.0	4.5	5.5	1.7	1.0	0.6	0.8	0.2	-0.1	-0.5	-1.1	-1.6	-1.8	-0.9
Chimbote	-0.2	2.6	4.4	1.4	0.7	1.0	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-0.8	-1.6	-1.0	-1.7
Callao	0.2	1.9	2.9	1.8	1.1	0.7	0.8	0.4	0.2	0.3	-0.4	-0.6	-0.2	-1.4
San Juan	0.5	0.6	0.9	0.6	1.4	0.7	0.8	0.0	-0.4	-0.5	-0.4	-0.7	-0.5	-0.8
Mollendo	-0.2	-1.3	-0.1	0.3	1.7	1.8	0.3	0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.7	-0.5	-0.7
Ilo	0.1	-0.6	0	0.3	0.7	0.5	0.2	-0.2	-1	-1.5	-1.4	-1.6	-1.3	-0.1

Estación	2017												2018	
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Talara	1.0	3.0	4.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	0.0	-0.3	-0.7	-1.6	-1.7	-2.1	1.0
Paita	2.4	4.6	5.7	2.3	1.4	1.3	0.6	0.0	0.1	0.5	-0.5	-0.7	-1.0	0.4
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	-0.9	-1.0	-1.7
Salaverry	0.0	4.5	5.5	1.7	1.0	0.6	0.8	0.2	-0.1	-0.5	-1.1	-1.6	-1.8	-0.9
Chimbote	-0.2	2.6	4.4	1.4	0.7	1.0	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-0.8	-1.6	-1.0	-1.7
Callao	0.2	1.9	2.9	1.8	1.1	0.7	0.8	0.4	0.2	0.3	-0.4	-0.6	-0.2	-1.4
San Juan	0.5	0.6	0.9	0.6	1.4	0.7	0.8	0.0	-0.4	-0.5	-0.4	-0.7	-0.5	-0.8
Mollendo	-0.2	-1.3	-0.1	0.3	1.7	1.8	0.3	0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.7	-0.5	-0.7
Ilo	0.1	-0.6	0	0.3	0.7	0.5	0.2	-0.2	-1	-1.5	-1.4	-1.6	-1.3	-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 con condiciones iniciales de marzo).

Modelo	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2		-0.57	-0.42	-0.41	-0.36	-0.36	-0.32	-0.29
CMC1		-0.57	-0.39	-0.13	0.13	0.37	0.53	0.57
CMC2		-0.63	-0.42	-0.08	0.24	0.51	0.68	0.72
GFDL		-0.63	-0.44	-0.11	0.28	0.56	0.62	0.49
NASA_GEOSS5v2		-0.89	-1.03	-0.99	-0.77	-0.44	-0.17	-0.03
GFDL_FLOR		-0.70	-0.54	-0.19	0.22	0.61	0.89	1.04
NCAR_CCSM4		-0.62	-0.48	-0.29	-0.14	-0.06	-0.02	-0.04
NMME		-0.66	-0.53	-0.31	-0.06	0.17	0.32	0.35
ONItmp	-0.86							

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

Modelo	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2		-0.98	-0.60	-0.52	-0.34	-0.24	-0.18	-0.18
CMC1		-0.53	-0.23	-0.30	-0.19	-0.03	0.14	0.20
CMC2		-0.55	-0.28	-0.38	-0.31	-0.13	0.03	0.11
GFDL		-0.61	-0.23	0.00	0.34	0.50	0.44	0.32
NASA_GEOS5v2		-1.26	-1.63	-2.23	-2.09	-1.63	-1.06	-0.67
GFDL_FLOR		-0.34	0.19	0.40	0.65	0.93	1.13	1.29
NCAR_CCSM4		-0.82	-0.39	-0.23	-0.11	-0.19	-0.18	-0.10
NMME		-0.73	-0.45	-0.47	-0.29	-0.11	0.05	0.14
ICENtmp	-1.04							

ENFEN
 Callao, marzo de 2018.
 Lima-Perú