

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**AÑO 5, N° 4**

**ABRIL 2019**

---

**Programa Presupuestal por Resultados N° 068:**

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

**Producto:** Estudios Para la estimación del Riesgo de Desastres

**Modelo Operacional:** Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño

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

---

**Comisión Multisectorial ENFEN**

Presidente:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

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

Vice-Presidente:

Calm. Jorge Manuel Paz Acosta

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

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Dr. Ken Takahashi Guevara

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

Ing. Walter Obando Licera

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: Dr. Kobi Mosquera Vásquez.

IMARPE: Dimitri Gutiérrez, Marilú Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe y Tony Anculle.

DHN: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Fernando Allasi.

SENAMHI: Grinia Ávalos, Nelson Quispe y Christian Febre.

IGP: Jorge Reupo.

ANA: Litzia Cisneros y Jairo Chunga.

INDECI: Jakie Rojas.

CENEPRED: Ena Jaimes.

**Año: 5**

**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).

Informe Técnico ENFEN. Año 5, N° 04, abril de 2019, 72 p.

---

El Informe Técnico ENFEN de abril 2019 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web de las páginas electrónicas de las instituciones que conforman la Comisión. De tener inconveniente para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica ENFEN a la dirección electrónica: [st\\_enfen@imarpe.gob.pe](mailto:st_enfen@imarpe.gob.pe).

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

---



**IMARPE**  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



**Senamhi**  
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA  
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



**INDECI**  
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

**ANA**  
Autoridad Nacional del Agua

**CENEPRED**  
Centro Nacional de Estudios, Pronóstico y Vigilancia del Niño y la Sequía

# **Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, abril 2019**

## 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 algunas instituciones de la Comisión ENFEN en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, en el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres” y actividad “Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño”, emitiendo como resultado una versión resumida denominado “Comunicado Oficial” que se publica mensualmente, y en algunas oportunidades quincenalmente en períodos de contingencia, así como una versión extendida “Informe Técnico” de carácter mensual. Este último documento incorpora 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.

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	a) Índice de Oscilación del Sur (IOS) e b) Índice de Oscilación del Sur Ecuatorial (IOS-Eq).	30
3.1.1.2.	a) Pronóstico a mediano plazo para OLR del modelo CFS, donde los contornos indican actividad de ondas atmosféricas b) Anomalías decadas de OLR para el mes de abril de 2019. Datos: CFS y NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI	31
3.1.1.3.	Radiación de Onda Larga – OLR ( $W/m^2$ ), desde el mes de enero de 2017 hasta abril de 2019, en el Pacífico central-oriental en: a) 170°W-140°W, 5°S-5°N y b) 170°W-100°W, 5°S-5°N. Datos: ESRL/NOAA. Procesamiento: IGP.	32
3.1.1.4.	Configuración atmosférica en niveles altos (300 - 200 hPa) para el mes de abril del 2019. a): Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (m, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada $\pm 0,5 \sigma$ ). b): Anomalías del campo de viento (m/s, vectores) y anomalías estandarizadas de la componente zonal del viento (matrices de colores cada $\pm 0.5 \sigma$ ). En ambos gráficos los vectores gruesos indican vientos anómalos con desviación estándar mayor a 1 ( $\sigma > 1$ ). Fuente: SPC/SENAMHI.	33
3.1.1.5.	Configuración atmosférica en niveles bajos (1000 - 850 hPa) para el mes de abril del 2019. a): Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (m, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada $\pm 0.5 \sigma$ ). b): Anomalías del campo de viento (m/s, vectores) y anomalías estandarizadas de la componente zonal del viento (matrices de colores cada $\pm 0.5 \sigma$ ). En ambos gráficos los vectores gruesos indican vientos anómalos con desviación estándar mayor a 1 ( $\sigma > 1$ ). Fuente: SPC/SENAMHI.	34
3.1.1.6.	Secciones verticales de la circulación atmosférica ecuatorial (circulación de Walker) para el mes de abril de 2019: (a), patrón promedio, (b) patrón climatológico y (c) patrón anómalo. Fuente: SPC/SENAMHI.	35
3.1.1.7.	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT. Elaboración: IGP.	36
3.1.1.8	Anomalía de la TSM: a) promedio de marzo y abril de 2019 de la temperatura superficial del mar (Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN); y b) semanales en las regiones Niño, desde junio de 2018 hasta abril de 2019. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA.	37
3.1.1.9.	Serie de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (panel superior) y Niño 1+2 (panel inferior). Las líneas de 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 verde, rojo, celeste y azul indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años de Niño 1972-1973, 1982-1983, 1991-1992 y 1997-1998. Elaboración: IGP.	38
3.1.2.1.	Diagramas longitud-profundidad de las anomalías de la temperatura del mar ( $^{\circ}C$ ) en el océano Pacífico ecuatorial (promediados entre 2°N y 2°S) para los días, de izquierda a derecha y de arriba abajo, 7, 12, 17, 22, 27 y 29 de abril de 2019. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	39
3.1.2.2.	Diagrama longitud-tiempo de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promediado entre 2°N y 2°S, desde enero a abril de 2019, tanto para su valor total (a) como para su anomalía (b). Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL	39
3.1.2.3	Serie de tiempo de: a) la inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de TAO entre 2°N y 2°S; y b) del contenido de calor en la región ecuatorial. Estas series de tiempo se obtuvieron usando datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP.	40
3.1.2.4	Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para el 03 de abril (panel superior), 13 de abril (panel central) y 23 de abril (panel inferior) de 2019. Climatología 1981 – 2010 Fuente: GODAS).	41
3.1.2.5	Diagrama longitud – tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda Kelvin si tuviera una velocidad aproximada de 2.6 m/s. Elaboración IGP.	42
3.1.2.6	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINSAT (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 WINSAT, 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.	43
3.2.1.1.	Análisis de superficie para el mes de Abril del 2019. Arriba: Promedio del campo de presión reducida a nivel del mar (PRMSL, hPa) y vientos entre 1000 - 975 hPa (contornos rojos $> 8$ m/seg), vectores gruesos representan velocidad estandarizadas, ( $\sigma > 1$ ). Abajo: Anomalías del campo de viento (m/seg) y PRMSL (hPa, contornos), las matrices en colores representan valores estandarizados de la PRMSL cada $\pm 1 \sigma$ , vectores gruesos indican velocidades anómalas del viento total, $\sigma > 1$ . Fuente: SPC/SENAMHI.	44
3.2.1.2	Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 08/05/2019	45

3.2.1.3.	Diagrama Hovmöller de la anomalía de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 08/05/2019	45
3.2.1.4	Diagrama de Hovmöller del índice de afloramiento costero ( $m^3/s.100m$ ), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 08/05/2019.	45
3.2.2.1.	Anomalías de las temperaturas extremas del aire (Tmax y Tmin) para estaciones costeras a lo largo del litoral del Perú distribuidas desde el norte hacia el sur. Fuente: SPC/SENAMHI	46
3.2.3.1	Anomalías termo-pluviométricas a nivel nacional para el mes de abril de 2019. Las anomalías porcentuales de la precipitación, temperatura máxima, y temperatura mínima se muestran en el panel de la izquierda, el centro y la derecha, respectivamente. Fuente: SPC/SENAMHI.	47
3.2.3.2	Caudales diarios ( $m^3/s$ ) de los principales ríos del norte del Perú: Tumbes (panel superior), Piura (panel central) y Lambayeque (panel inferior), hasta los primeros días de mayo de 2019. La línea azul indica caudales entre los años 2018-2019; la línea roja representan el promedio histórico; la línea celeste es el promedio de años húmedos y la línea grises es el promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA	48
3.2.3.3	Igual que la figura 3.2.3.2. Pero para los principales ríos del centro del Perú: Santa (panel superior), Chillón (panel central) y Rímac (panel inferior).	49
3.2.3.4	Igual que la figura 3.2.3.2. Pero para los principales ríos del sur del Perú: Camaná (panel superior) y Chili (panel inferior).	50
3.2.4.1.	TSM promedio para abril de 2019(a) y su anomalía (b), frente a la costa peruana y ecuatoriana. Climatología 1981 – 2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA, Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.	51
3.2.4.2.	Diagrama Hovmöller de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el litoral de Perú. Desde enero hasta abril de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.	52
3.2.4.3.	Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}C$ ) en la red de estaciones costeras del IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.	52
3.2.4.4	Variabilidad temporal ICEN para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2017-2019 (negro). Fuente: IGP.	53
3.2.4.5	Distribución espacial de la salinidad superficial del mar (SSM), durante los días (de izquierda a derecha y de arriba abajo) 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de abril de 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.	54
3.2.4.6	Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar en el litoral de Perú. De enero a abril de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.	54
3.2.4.7	Anomalía de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas cada cinco días para el mes de abril de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.	55
3.2.4.8	Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de abril de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.	56
3.2.5.1	Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) ASSM, e) profundidad de la isoterma de $15^{\circ}C$ (m) y f) Profundidad de la iso-oxigena de $1 mL.L^{-1}$ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero de 2015 hasta abril de 2019	56
3.2.5.2	Distribución vertical de: a) temperatura ( $^{\circ}C$ ), b) anomalía de temperatura ( $^{\circ}C$ ), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno ( $mL.L^{-1}$ ) y f) velocidad geostrófica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 26 y 27 de abril de 2019. Fuente: IMARPE.	57
3.2.5.3	Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) ASSM, e) profundidad de la isoterma de $15^{\circ}C$ (m) y f) Profundidad de la iso-oxigena de $1 mL.L^{-1}$ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta abril del 2019	57
3.2.5.4	Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar ( $^{\circ}C$ ), b) Anomalía de temperatura superficial del mar ( $^{\circ}C$ ), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno ( $mL.L^{-1}$ ) y f) Velocidad geostrófica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 23 y 24 de abril de 2019. Fuente: IMARPE.	58
3.2.5.5	Series de tiempo, de enero de 2018 a abril de 2019, de la estructura térmica vertical ( $^{\circ}C$ ) en las estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	59
3.2.5.6	Series de tiempo, de enero de 2018 a abril de 2019, de la anomalía térmica vertical ( $^{\circ}C$ ) en las estaciones fijas de: Paita, Chicama y Callao.	60
3.2.5.7	Series de tiempo, de enero de 2018 a abril de 2019, de la salinidad del agua de mar (ups) en los Puntos Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	61
3.2.5.8	Series de tiempo, de enero de 2018 a abril de 2019, de la concentración de oxígeno disuelto ( $mL.L^{-1}$ ) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	62
3.2.6.1.	Concentración de silicatos en $\mu mol L^{-1}$ en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a abril 2019.	63

3.2.6.2	Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a abril 2019.	64
3.2.6.3	Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a abril 2019.	65
3.2.6.4	Mapa de la concentración de la clorofila-a (a) y su anomalía (b) obtenida del satélite MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante abril de 2019. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para $4^{\circ}\text{S}$ - $16^{\circ}\text{S}$ y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en $\mu\text{g L}^{-1}$ ); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.	66
3.2.7.2	(a) Distribución espacial del recurso bonito durante abril de 2019 y (b) distribución de peces incidentales en la pesca de anchoveta durante el 28 y 30 de abril 2019 (b). Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.	67
3.2.7.3	a) Anomalía de la TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ) en Chicama. Indicadores reproductivos: a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) y c) contenido graso del stock norte – centro del recurso anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – abril 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	68
4.2.1	Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento. Fuente: IMARPE.	69
4.2.2	Índice Niño 3.4 mensual observado (línea negra continua) y pronosticado por los modelos de NMME. Los pronósticos de los modelos numéricos son indicados con líneas de distinto color mientras que el promedio de estos se grafica con una línea negra entrecortada. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	70
4.2.3	Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos y triángulos llenos) y su valor temporal (ICENmp, línea roja con círculo y triángulo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de la 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 del mes de mayo de 2019. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME.	70
4.2.4	Pronóstico probabilístico de la temperatura superficial del mar (calibrados) para junio-agosto de 2019 de los modelos de NMME inicializados en mayo de 2019. Fuente: NMME	71
4.2.5	Pronóstico probabilístico de precipitación (calibrados) para el trimestre junio-agosto de 2019 por modelos de NMME, inicializado en abril de 2019. Fuente: NMME	71

## Tablas

Tabla 3.1.4.1	Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2018 a marzo de 2019, así como sus valores temporales para abril y mayo de 2019. Fuente IGP.	72
Tabla 3.2.4.2.	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) y del nivel medio del mar (cm) en el periodo que va de enero a abril de 2019. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	73
Tabla 4.2.1	Pronóstico del ONI por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 3.4).	74
Tabla 4.2.2	Pronóstico del ICEN por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2)	74

# Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, abril de 2019

## RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN .....	11
2. DATOS.....	11
2.1. Variables.....	11
2.2. Índices.....	11
2.3. Modelo de Pronóstico .....	11
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN ABRIL .....	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.....	16
3.2. Condiciones a Escala Regional.....	16
3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental.....	16
3.2.2 Temperatura del Aire.....	17
3.2.3 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico .....	17
3.2.4 Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar.....	18
3.2.5 Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.....	19
3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana .....	21
3.2.7 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos .....	23
4. PRONÓSTICO .....	23
4.1. A corto plazo (semanas) .....	23
4.2. A mediano plazo (3 semanas) .....	24
4.3. A largo plazo (más de 3 meses).....	24
5. CONCLUSIONES.....	25
6. FIGURAS.....	28

## RESUMEN

La Comisión Multisectorial encargada 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 abril de 2019.

En el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), según el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) se mantienen las condiciones El Niño de magnitud débil. Como parte de la presencia de este evento, aún se observaron señales de convección en la región occidental. Si bien alrededor de la línea de cambio de fecha persistieron anomalías del viento superficial del este, en la zona central-oriental se apreció lo inverso. A nivel sub-superficial, se observa la propagación hacia el este de una onda Kelvin fría, localizada en la actualidad cerca de 120° W

En la región oriental, la anomalía de la temperatura superficial del mar indicó valores positivos aunque dentro de su rango normal. El máximo valor alcanzado en la última semana se acercó a 0,3°C. Como consecuencia de esto, el Índice Costero El Niño (ICEN) de marzo tiene una condición neutra, mientras que el estimado para abril mantendría la misma condición.

Por otro lado, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), estuvo, en promedio, ligeramente intenso al noroeste de su posición habitual; el APS junto a corrientes de altura, mantuvieron los vientos alisios más intensos en la costa norte y hacia mar adentro, alrededor de 90°W.

La temperatura superficial del mar del Perú en el litoral mostró en promedio condiciones cálidas principalmente luego de la quincena de abril, con una máxima anomalía en el Callao. De la misma manera, en esta misma región, el nivel medio del mar presentó en promedio valores positivos principalmente entre Chimbote y Talara, y en Matarani. Las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao detectaron una profundización de las isotermas luego de la llegada de la onda Kelvin, mientras que al sur, en la estación fija de Atico e Ilo, no se mostró señal alguna de la onda cálida, esto debido, posiblemente, al intenso afloramiento costero que se desarrolló de dicha zona por influencia de los vientos.

La concentración de clorofila-a en la capa superficial presentó anomalías positivas en la zona entre Callao y Pisco. En el caso particular del Callao, dentro de los 50 metros de profundidad, la Clorofila-a mostró mayores concentraciones.

Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana, del stock norte-centro, mostraron la disminución de la actividad desovante, aunque por encima de su patrón histórico. Asimismo, se mantuvo la amplia distribución y disponibilidad de especies oceánicas como el bonito dentro de las 80 mn con altas concentraciones entre Callao y Pisco.

Perspectiva:

Frente a la costa peruana, se mantiene el Estado de Alerta de El Niño en No Activo, debido a que se observan condiciones neutras a ligeramente frías en la temperatura superficial del mar frente a la costa peruana y se espera que estas condiciones persistan hasta inicios del invierno.

De mantenerse las condiciones El Niño en el océano Pacífico central hasta el invierno, el ENFEN no descarta el desarrollo de episodios cálidos en la costa peruana para más adelante, sin embargo, estas condiciones no generarían precipitaciones por su estacionalidad.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Niño - Oscilación Sur (ENOS) en sus dos fases, El Niño y La Niña, tiene repercusiones más intensas en algunas zonas del mundo, como es el caso de Perú, en particular en la zona norte y centro de nuestro país. En la fase El Niño y en el contexto del denominado El Niño Costero las condiciones cálidas sobre el Pacífico oriental, particularmente frente a la costa norte de Perú durante el verano austral, propician lluvias intensas que generan impactos en los sectores socioeconómicos.

En este contexto, la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno de El Niño (ENFEN) mantiene el monitoreo constante y predicciones del desarrollo del ENOS, reportando periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico ecuatorial y sudoriental, así como de la dinámica subsuperficial de parámetros oceanográficos, con mayor atención en la zona costera de Perú. 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; asimismo reporta los impactos hidrológicos, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores asociados al ENOS y al Fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo.

La comunidad científica nacional e internacional aún sigue estudiando los mecanismos relacionados a este fenómeno, e investigando para conocer los inicios o causas que dan lugar a El Niño o La Niña, pues actualmente no hay acuerdo entre los científicos sobre los modelos propuestos internacionalmente.

## 2. DATOS

### 2.1. Variables

Las principales variables utilizadas en este documento están clasificadas en tres tipos: atmosféricas, oceanográficas e hidrológicas. Tabla 2.1.1.

### 2.2. Índices

Se cuenta con el Índice Costero El Niño (ICEN), con el cual se categoriza las condiciones como frías o cálidas, en el caso de frías con magnitudes de débil, moderada y fuerte, y en el caso de cálidas con magnitudes débil, moderada, fuerte y extraordinaria (ENFEN, 2012; Takahashi, et al., 2014).

### 2.3. Modelo de Pronóstico

**Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP):** El modelo se utiliza para representar la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial, se trabaja con dos tipos de termoclina, contante y variable. Para el diagnóstico el modelo es forzado con esfuerzos de viento del "reanalysis" NCEP-CDAS (Kalnay et al. 1996) y vientos observados remotamente de WinSAT (Wentzet. Al., 2013) obtenidos de <http://www.remss.com/missions/windsat/> . 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).

Para el pronóstico el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) el promedio de los últimos treinta días de la anomalía del esfuerzo de viento. Ver más en Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014).

**Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia:** El modelo se utiliza para representar la propagación de las Ondas Kelvin Ecuatoriales (OKE), ejecutándose con 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del NCEP (Kalnay et al. 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). En el modelo la señal de la OKE se descompone en modos normales de oscilación (modo 1, modo 2), que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, resultado que proporciona mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

**Modelos Climáticos de Agencias Internacionales:** Los resultados de estos modelos numéricos se utilizan como insumo para el análisis de la perspectiva de mediano y largo plazo. En este caso particular se utiliza la información del conjunto de modelos denominado North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014)

**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	Seguimiento de	Muestras de puertos	TRMM-3B42	ESRL/NOAA	Re-análisis	ASCAT		AVHRR (Daily OI)	IFREMER	OSTIA	JASON-2	AVISO	MODIS	HYCOM		
<b>VARIABLES ATMOSFÉRICAS</b>																									
	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	
																X								DHN	
<b>VARIABLES OCEANOGRÁFICAS</b>																									
Físicas	Temperatura del Mar		X					X	X							X		X						DHN	
						X	X																		IMARPE
								X	X					X		X		X							IGP
	Nivel medio del Mar		X																	X					DHN
																					X				IMARPE
																					X				IGP
Salinidad							X																	DHN	
Biogeoquímicas	Oxígeno y Nutrientes				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
<b>VARIABLES HIDROLÓGICAS</b>																									
	Caudal de ríos																								ANA/SENAMHI
	Capacidad Hidráulica de reservorios																								ANA

### **3. CONDICIONES OBSERVADAS EN ABRIL**

#### **3.1. Condiciones a Macroescala**

##### **3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial**

El Índice de Oscilación del Sur ecuatorial (IOSeq) del mes de abril continúa indicando valores negativos, asociado a condiciones favorables a El Niño en el Océano Pacífico Ecuatorial (OPE). El Índice de Oscilación del Sur (IOS) también posee valores negativos, pero con menos intensidad (valores cercanos a cero) que el IOSeq. (Figura 3.1.1.1).

La señal de baja frecuencia de las ondas ecuatoriales atmosféricas se mantuvo localizada alrededor de  $180^\circ$  en lo que va del año 2019. A partir de la quincena de abril, surge una Oscilación Madden Julian (MJO, por sus siglas en inglés) desde el océano Índico hacia el extremo oeste del Pacífico, contribuyendo a la convección alrededor de  $180^\circ$  (Figura 3.1.1.2.). La información de OLR en la región del Pacífico Central y Oriental indica valores alrededor de su promedio, tal como se pueden apreciar en Figura 3.1.1.3.

En niveles altos de la atmósfera (Figura 3.1.1.4), específicamente al oeste de la línea de cambio de fecha en la región ecuatorial, en promedio, se presentó un patrón de flujos anómalos del este; mientras que, en la región central y oriental, la confluencia de vientos del oeste caracterizó la presencia de vientos anómalos del oeste definidos por circulaciones ciclónicas anómalas asociadas al patrón de subsidencia predominante. De manera similar, hacia la región del Atlántico ecuatorial oriental, la configuración del viento de sentido anticiclónico mantuvo flujos zonales anómalos del este relacionados a la piscina de aguas anómalamente cálidas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) próximas al extremo noreste de Brasil.

Cabe señalar que en las latitudes subtropicales la intensidad y proyección este de la Corriente en Chorro se mostró débil sobre el flanco oriental del Pacífico, contribuyendo a la formación de un patrón anómalo de dipolo anticiclónico/ciclónico frente a la costa oeste de Sudamérica. Este patrón mantuvo los vientos zonales del oeste relativamente intensos en el Pacífico ecuatorial oriental y sur del Perú. Asimismo, la persistencia de la configuración ciclónica frente a Perú se mantuvo debido a la persistencia de una estructura de ondas barotrópicas en el Pacífico influenciadas por la convección tropical.

En niveles bajos de la atmósfera (Figura 3.1.1.5), los vientos alisios en la línea ecuatorial, en promedio, se mostraron sobre lo normal en el flanco occidental del Pacífico (alrededor de  $180^\circ$ ), predominando flujos zonales anómalos del este; mientras que en la región centro-oriental prevalecieron débiles con flujos zonales del oeste anómalo. En la región oriental, al este de  $90^\circ\text{W}$ , los alisios se mantuvieron débiles, por el contrario, al oeste de este meridiano predominó la componente zonal este del viento. La influencia anómala de la circulación anticiclónica, posicionada en  $15^\circ\text{S}-90^\circ\text{W}$ , contribuyó en el incremento del geopotencial hacia el Ecuador y, con ello, en la intensificación de los alisios en esta región. Por otro lado, la influencia del giro anticiclónico del viento, dado por el Anticiclón del Atlántico norte y sur, hacia el noreste de Sudamérica se mantuvo significativamente débil observándose anomalías de vientos zonales del oeste persistente en el Atlántico oriental.

En Sudamérica, los vientos de baja troposfera se mantuvieron débiles frente a las costas de Ecuador y región este de Brasil. Cabe señalar que en la región amazónica se observó la incursión de flujos de vientos del noreste de Brasil hacia el Chaco, lo cual caracterizó la presencia más intensa del Jet de los Andes.

A pesar de que en los inicios de otoño de 2019 el océano presentó anomalías cálidas, cercanas a niveles El Niño, y un patrón de convección en el extremo occidental del Pacífico, la cual está asociada a la “Piscina Caliente”; para abril el gradiente zonal del patrón convectivo disminuyó ligeramente y, además, se observó ascensos débiles en niveles bajos como respuesta al fortalecimiento de los vientos alisios en esta zona. Sobre el Pacífico Central predominaron los descensos anómalos en toda la estructura vertical dado la ausencia de convección definida. Similarmente, hacia el flanco oriental del Pacífico, el patrón promedio de los descensos es consistente con la subsidencia anómala observada, debido a la convergencia vertical de masas de aire persistente de niveles altos desde el verano que ha sido favorecida por los vientos anómalos del oeste, cuya influencia para este mes se vio limitada respecto a marzo. Por tanto, la circulación de Walker en el Pacífico ecuatorial se ha reducido en comparación al promedio visto en el verano (no se muestra). Por otro lado, sobre el océano Atlántico ecuatorial, el ramal ascendente de Walker se incrementó respecto a marzo, observándose ascensos anómalos sobre el océano; mientras que, sobre el continente, predominó la subsidencia anómala debido a la aun limitada convección (Figura 3.1.1.6).

El esfuerzo del viento zonal en el Pacífico ecuatorial, según los datos de WINDSAT, en la primera semana de abril, fue anómalamente positivo en el Pacífico oeste ( $125^{\circ}$ - $160^{\circ}$ E), el cual se proyectó en una onda Kelvin cálida que, en la actualidad, ya no se observa en la franja ecuatorial. Por otro lado, se observó una ligera anomalía negativa intensa entre  $155^{\circ}$ E y línea de cambio de fecha en la última semana de abril. Finalmente, se observa anomalías positivas en los primeros días de mayo ( $130^{\circ}$ -  $155^{\circ}$ E) (Figura 3.1.1.7).

Con relación al océano, en el Pacífico ecuatorial la anomalía positiva de la TSM disminuyó respecto al mes de marzo, a pesar de que la temperatura promedio aumentó cerca de  $0,3^{\circ}\text{C}$ ; el aumento se debió a las condiciones cálidas que han estado presentes al este de  $100^{\circ}$ W donde la anomalía negativa, presente en el mes de marzo, cambió a positiva en el mes de abril ( $+2^{\circ}\text{C}$ ) (Figura 3.1.1.8 a).

En la franja ecuatorial, la anomalía de la TSM fue del orden de  $0,8^{\circ}\text{C}$  a  $0,7^{\circ}\text{C}$  en las regiones Niño 3 y Niño 4, mientras que en la región Niño 3.4 los valores oscilaron entre  $1^{\circ}\text{C}$  y  $0,8^{\circ}\text{C}$ . Por otro lado, en la región Niño 1+2 la anomalía de la TSM  $0,3^{\circ}\text{C}$  a  $0,1^{\circ}\text{C}$  (Figura 3.1.1.8 b).

Durante el mes de abril, según los datos observados (IR, MW, OSTIA), la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 continuó dentro de las condiciones cálidas débiles, manteniéndose entre  $0,9^{\circ}$  y  $0,8^{\circ}\text{C}$  (ver Figura 3.1.1.9. a). Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM indicó valores entre  $-1,1^{\circ}$  a  $0,9^{\circ}\text{C}$ , manteniéndose en anomalías positivas en los primeros días de mayo (Figura 3.1.1.9.b).

### 3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON de la región central-oriental muestran aguas cálidas anómalas hasta los 100 m de profundidad, con valores de hasta 3°C al este de 140°W. De igual modo, por debajo de la columna de agua cálida se muestran anomalías negativas propagándose hacia el este, con valores promedio de -1°C (Figura 3.1.2.1).

Además, los datos de las boyas muestran la profundización de la isoterma de 20°C en la región oriental al oeste de 100°W y la elevación de ésta en la región occidental con evidente propagación hacia la región central; dando forma a una termoclina con menor pendiente (Figura 3.1.2.2 y Figura 3.1.2.3. a). Debido a la contribución de la onda Kelvin fría, el contenido de calor mantuvo la tendencia negativa que inició en marzo (Figura 3.1.2.3 b)

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial predominó cerca del nivel promedio, con algunas anomalías negativas menores de 5 cm. Durante las primeras semanas del mes de abril entre 120°W y 130°W se manifestó un ligero incremento del nivel del mar, con anomalías entre 5 y 10 cm, las cuales desaparecieron durante inicios de la última semana (Figura 3.1.2.4)

La información de altimetría del producto DUACS (Figura 3.1.2.5) y los resultados de los modelos numéricos (Figura 3.1.2.6) indican que la señal de la onda Kelvin cálida aún está presente en el extremo oriental afectando la profundidad de la termoclina y el nivel del mar. Asimismo, en la profundidad de la termoclina se observa la presencia de una onda Kelvin fría que se formó con el pulso del viento del este del mes de abril y se localizaría al oeste de 150°W.

El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4) correspondiente al mes de marzo de 2019 tiene el valor de 0,82 °C, el cual indica condiciones cálidas débiles, el ONI estimado (ONItmp) para el mes de abril también indica condiciones Cálidas Débiles (Tabla 3.1.4.1).

## 3.2. Condiciones a Escala Regional

### 3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental

El campo de presión (Figura 3.2.1.1) resalta configuraciones de anomalías positivas a lo largo del Pacífico ecuatorial. Estas anomalías están relacionadas a dos ramales descendentes anómalos de la Circulación de Walker: una en el Pacífico, alrededor de la línea de cambio de fecha, y la otra sobre Filipinas. Estas están asociadas a la confluencia de los vientos alisios anómalos sobre esta región y hacia el extremo oriental frente al Istmo de Panamá. Cabe mencionar que la proyección suroeste del Anticiclón del Pacífico norte incrementó los flujos de los vientos alisios en la región centro-occidental del Pacífico; mientras que la cadena anticiclónica baroclínica observada del hemisferio sur mantuvo una proyección noreste hacia el flanco oriental del Pacífico, observándose el incremento significativo de los vientos alisios del sureste a lo largo del meridiano 90°W hacia el Ecuador.

El viento frente a la costa peruana mantuvo velocidades entre 4,0 m s<sup>-1</sup> y 7,0 m s<sup>-1</sup> durante casi todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre 4,0 m s<sup>-1</sup> y 6,0 m s<sup>-1</sup>, con máximos valores durante la última semana del mes. A lo largo de la costa entre Paita y Pisco la velocidad del viento presentó predominancia de valores normales, conforme a la climatología.

Entre Pisco y San Juan se mantuvieron las anomalías de velocidad de viento positivas a partir de la segunda semana del mes, mientras que fuera de esta región se observaron anomalías negativas y condiciones normales. Durante la última semana, a lo largo y fuera de la costa peruana, la velocidad del viento presentó anomalías positivas con núcleos intensos alrededor de Pisco y al norte de Paita.

A lo largo de la franja costera de 40 km se presentaron vientos con velocidades entre  $3,0 \text{ m s}^{-1}$  y  $7,0 \text{ m s}^{-1}$  (Figura 3.2.1.2), predominando valores neutros a anomalías positivas de  $1 \text{ m s}^{-1}$  a lo largo de la costa y un núcleo de intensas anomalías positivas ( $+3 \text{ m s}^{-1}$  a  $+4 \text{ m s}^{-1}$ ) alrededor de los  $15^{\circ}\text{S}$  durante todo el mes. Al sur de los  $16^{\circ}\text{S}$  la velocidad del viento se mostró en sus valores climatológicos (Figura 3.2.1.3). La dirección del viento costero fue predominante del sur.

El afloramiento costero se intensificó respecto al mes anterior, persistiendo a lo largo de todo el mes entre Talara y Huacho, así como al sur de Pisco. Frente a Talara y Paita el índice de afloramiento (IAC) se incrementó de  $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$  a  $450 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ . Entre los  $5^{\circ}\text{S}$  y los  $13^{\circ}\text{S}$  el IAC presentó valores por debajo de  $150 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ . Frente a Pisco y San Juan el IAC mantuvo valores similares al mes anterior ( $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ ) (Figura 3.2.1.4).

### **3.2.2. Temperatura del Aire**

En la región costera del país, las temperaturas extremas del aire durante abril mantuvieron una tendencia positiva sobre sus valores normales, principalmente hacia la segunda quincena del mes. Este incremento anómalo se observó con mayor intensidad en las temperaturas diurnas a lo largo de la costa, siendo la región central (Estación Callao) la que presentó los valores más altos (Figura 3.2.2.1.a). Asimismo, respecto a las temperaturas mínimas a lo largo de la costa peruana, el límite norte de Lima (Estación Huarmey) mostró anomalías positivas más altas que el mes anterior (Figura 3.2.2.1.b). Cabe mencionar que, en la región norte, en promedio, hacia la última quincena del mes, se observó un incremento de las temperaturas nocturnas en comparación a la primera quincena.

### **3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico**

En el mes de abril (Figura 3.2.3.1), en general, en la región andina se registró deficiencia de lluvias a excepción de Cajamarca, La Libertad y Puno, las cuales presentaron condiciones normales a superiores. En la primera y segunda década de mayo, en la región amazónica se registraron lluvias superiores a su normal, a excepción de Loreto donde se registraron deficiencias. Los ríos de la costa norte, centro y sur han presentado un comportamiento descendente, aunque con variaciones debido a precipitaciones puntuales, al igual que los ríos de la Región Hidrográfica Titicaca.

En el mes de abril y la primera semana de mayo, los ríos de la costa norte, en promedio, mostraron caudales inferiores a su promedio histórico (ríos Tumbes y Piura), sin embargo, en el río Lambayeque el promedio de su caudal fue superior al histórico (Figura 3.2.3.2). En la costa central, los ríos Santa, Chillón y Rímac, en promedio, mostraron caudales inferiores a su promedio histórico (Figura 3.2.3.3). Finalmente, en la sierra sur los ríos Camaná y Chili mostraron caudales similares a su promedio histórico (Figura 3.2.3.4).

Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte vienen operando al 100% de su capacidad de almacenamiento y los embalses de la costa al 79%. En promedio a nivel nacional las reservas se encuentran al 88%.

### **3.2.4. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar**

En la región Niño 1+2, que incluye la zona norte del mar de Perú, se mantuvieron las anomalías de la TSM ligeramente por encima de sus valores normales. En esta región, espacialmente, se observó un contraste en la distribución espacial de la ATSM: al norte de 5°S (región Niño 2) se observaron valores desde +1°C a +2,5°C en gran extensión, mientras que al sur de 5°S las anomalías positivas fueron menos intensas alcanzando un máximo de +0,5°C (Figura 3.2.4.1b).

En el mar del Perú, en la zona norte las condiciones se mantuvieron cálidas, con temperaturas de 21 °C a 25 °C y anomalías de +1°C a +2°C; pero de menor intensidad respecto al mes de marzo. Asimismo, por fuera de las 50 millas náuticas de la zona centro, entre 8°S y 15°S, predominaron condiciones cálidas con temperaturas de 21°C a 25°C (Figura 3.2.4.1a) y anomalías hasta +2°C. Por otro lado, en la zona sur las condiciones se presentaron frías dentro de las 100 millas náuticas, con anomalías negativas hasta 2°C. (Figura 3.2.4.1b).

A lo largo del litoral del Perú, la ATSM cambió de condiciones frías de marzo en la zona norte-centro a condiciones ligeramente cálidas a mediados del mes de abril por influencia del paso de la onda Kelvin cálida (Figura 3.2.4.2 y Tabla 3.2.4.2).

La TSM registrada en los Laboratorios Costeros del IMARPE presentó una disminución de su valor promedio mensual a lo largo de toda la costa, a excepción de Pisco donde se incrementó. Pese a esta disminución de la temperatura, las anomalías aumentaron respecto al mes anterior siendo positivas en la mayoría de los Laboratorios Costeros, exceptuando a San José y Chimbote donde los valores fueron negativos. La TSM mensual varió entre 17,4°C (Huacho y Callao) a 28,8 °C (Tumbes), mientras que su anomalía varió entre -0,5 °C (Chimbote) a +1,3 °C (Tumbes).

A nivel diario, la ATSM presentó predominancia de valores positivos en Tumbes, aumento de anomalías negativas (primera quincena) a positivas (segunda quincena) de Paita a Callao, y la alternancia de anomalías positivas y negativas en Pisco e Ilo. Entre Tumbes y Callao, las máximas anomalías (+3,5 °C) fueron observadas en esta última durante la tercera semana del mes, mientras que el mínimo valor (-2,9 °C) fue observado en San José durante la primera semana del mes. La mínima y máxima ATSM, -3,1 y 3,8°C respectivamente, fueron detectadas en Pisco durante la primera semana del mes (Figura 3.2.4.3).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015) presentó un valor de +0,43 °C para el trimestre FMA de 2019 y un valor mensual de abril de +0,48 °C, siendo mayor al valor observado durante marzo de 2019.

Con los datos de TSM hasta el mes de abril, se estimó el Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de marzo, siendo las fuentes OISSTv2, ERSSTv3 y ERSSTv5 con su respectivo índice 0,26 (condición neutra), 0,25 (condición Neutra) y 0,41 (condición Cálida Débil).

Para los meses más recientes se generaron versiones preliminares y temporales de los ICEN (ICENtmp), se obtienen combinando datos observados para cada fuente OISSTv2, ERSSTv3, y ERSSTv5 con datos pronosticados de NMME, los cuales coinciden en indicar condiciones neutras para los meses de abril y mayo (Figura 3.2.4.4. y Tabla 3.1.4.1).

Según el modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model; Chassignet et. al., 2007), en la zona oceánica frente al norte peruano, la mezcla de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se presentó entre las latitudes de 3°S a 9°S, con salinidades de 34,8 ups a 35,1 ups. Cerca de la costa, la incursión al sur de aguas con salinidad menor a 34,8 ups (AES) fluctuó entre Punta la Negra y Paita. Las salinidades menores a 35,1 ups, asociadas a procesos de mezcla entre las ASS y las aguas costeras frías (ACF) del afloramiento, estuvieron replegadas a la costa de Huarmey (10°S) y expandidas hasta fuera de las 30 mn entre Callao y Atico, presentando lenguas de mayor extensión frente a Pisco y San Juan (Figura 3.2.4.5).

Con respecto al nivel medio del mar (NMM), la onda Kelvin cálida en el litoral de Perú provocó un aumento rápido, de norte a sur, cambiando de anomalías negativas a positivas durante las dos primeras semanas del mes, para luego disminuir hasta niveles cercanos a lo normal (Figura 3.2.4.6. Tabla 3.2.4.2).

En la costa centro-norte, durante la primera semana de abril, las anomalías del NMM de +10 cm se extendieron hasta zonas oceánicas distantes. En la segunda quincena, las anomalías del NMM se disiparon en la costa, permaneciendo núcleos de +10 cm fuera de las 150 mn. En la zona central y fuera de las 100 mn resaltaron remanentes de vórtices anticiclónicos de +15 cm mientras que dentro de las 100 mn se observaron vórtices ciclónicos con anomalías del NMM cercanas a cero. En la zona sur permanecieron en mayor proporción vórtices anticiclónicos con ANMM de +15 cm fuera de las 50 mn (Figura 3.2.4.7).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, durante las dos primeras semanas de abril se presentaron ANMM mayores a +10 cm desde los 10° S (Huarmey) al norte y en menor medida en la zona central y frente a Ilo. Posteriormente las anomalías del NMM disminuyeron a lo largo de la costa, a valores entre +7 cm y +9 cm, alcanzando valores cercanos a cero entre Callao y Pisco en la última semana (Figura 3.2.4.6). En cambio, en Galápagos la tendencia decreciente se registró desde la primera semana, pasando de +19 cm a +7 cm en la última semana (Figura 3.2.4.8).

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

Por debajo de la superficie del mar, también se manifestaron cambios en la temperatura y salinidad, respecto al mes de marzo.

#### **Paita (26-27 de abril)**

La TSM presentó valores entre 21 y 23°C en toda la sección costera. La isoterma de 21 °C, que se encontraba a 80 mn a fines de marzo, mostró un acercamiento hacia la costa hasta las 5 mn. Durante la última semana del mes se estimaron anomalías de TSM con valores cercanos a cero (Figura 3.2.5.1 a, b, Figura 3.2.5.2. a, b).

Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 16 a 23°C, producto del paso de la onda kelvin cálida la cual profundizó las isotermas. La isoterma de 15°C se presentó entre los 130 m y 170 m de profundidad, unos 30 m más profunda que a fines de marzo (Figura 3.2.5.1 e). Sobre los 250 m se registraron anomalías térmicas de +1,0 °C en promedio, con núcleos de hasta +2,0 °C entre los 20 m y 60 m a 40 y 100 mn; y debajo de los 250 m la temperatura mostró valores alrededor de su estacionalidad (Figura 3.2.5.1 b).

La salinidad en los primeros 40 m de profundidad evidenció la presencia de aguas de mezcla entre ASS y AES, asociada a anomalías halinas de hasta +0,10 ups (Figura 3.2.5.2 c, Figura 3.2.5.1 c, d). Por otra parte, entre los 50 y 100 m se evidenció la presencia de aguas de mezcla entre ASS y aguas ecuatoriales sub-superficiales (AEES), y AEES a mayor profundidad, asociadas a ligeras anomalías positivas de salinidad en ambos casos.

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup>, asociada a la oxiclina, se profundizó de 60 a 170 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a marzo (Figuras 3.2.5.1 e y 3.2.5.2 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD < 0,5 mL L<sup>-1</sup>) se detectó entre 180 y 250 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 150 m y entre 10 y 75 mn, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur con una velocidad de hasta 20 cm s<sup>-1</sup>. Asimismo, se calcularon flujos hacia el norte entre los 50 m y 400 m y entre 80 y 100 mn y sobre los 30 m dentro de las 10 mn, con velocidades de hasta 30 y 20 cm s<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 3.2.5.1 e, f).

### **Chicama (23 - 24 de abril)**

La TSM presentó la isoterma de 22 °C a 25 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 30 mn a fines de marzo. La ATSM mostró valores alrededor cero y un núcleo de +1,0 °C cerca a la costa (Figura 3.2.5.3 a, b). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 16 y 22 °C con una termoclina débil, mientras que la isoterma de 15 °C se presentó entre 120 y 200 m de profundidad, en promedio, 45 m más profunda que en marzo (Figura 3.2.5.4. a). Sobre los 350 m se presentaron anomalías térmicas positivas de +1,0 °C en promedio, destacando núcleos con anomalías de hasta +2,0 °C sobre los 50 m de profundidad entre 20 y 90 mn (Figura 3.2.5.3 b).

En la capa superficial y hasta los 50 m de profundidad, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de aguas de mezcla entre ACF y ASS entre 0 y 40 mn, y aguas de mezcla entre ASS y AES entre 40 y 100 mn, asociadas a anomalías halinas de hasta +0,05 y -0,05 ups, respectivamente. Por otra parte, entre los 50 y 150 m de profundidad, se detectaron aguas de mezcla ASS - AEES, asociadas a anomalías positivas halinas de hasta +0,05 ups (Figura 3.2.5.4. c, Figura 3.2.5.3 c, d).

La distribución del OD exhibió un leve ascenso de las iso-oxígenas cerca de la costa debido al afloramiento. La profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup> se presentó a unos 50 - 100 m de profundidad, en promedio 10 m más profunda que en marzo (Figura 3.2.5.4 e). El borde superior de la ZMO se presentó a 150 - 200 m (Figura 3.2.5.3 e). Por otra parte, se estimaron flujos geostroficados con dirección hacia el sur sobre los 250 m a 60 - 100 mn, con una velocidad máxima de 30 cm s<sup>-1</sup>. Asimismo, se estimaron flujos con dirección hacia el norte sobre los 40 m y dentro de las 35 mn, con una velocidad de hasta 20 cm s<sup>-1</sup> (Figura 3.2.5.3.f).

## Estaciones fijas

El monitoreo de la columna de agua (<100 m) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes la temperatura varió en Paita entre los 17 °C y 20 °C, en Chicama entre 16 °C y 20 °C, en Callao entre 16 °C y 18 °C, en Atico entre 14 °C y 16 °C y en Ilo entre 14 °C y 17 °C. En Paita se detectó una profundización de las isotermas en la primera quincena del mes y hacia finales del mes. En Chicama se observó la profundización de las isotermas de 16 °C y 17 °C desde principios del mes; en Callao se profundizó la isoterma de 16 °C hacia finales de abril, mientras que en las estaciones fijas de Atico e Ilo se detectó un ascenso de las isotermas durante todo el mes (Figura 3.2.5.5).

En Paita, se detectó, en promedio, anomalías térmicas positivas de 1,0 °C en toda la columna de agua, con un pulso de hasta +2,0 °C por debajo de los 60 m en la primera quincena del mes, todo esto asociado al paso de la onda Kelvin cálida. En Chicama y Callao se observó una transición de condiciones térmicas neutras a anomalías ligeramente positivas durante el mes, destacando un pulso de hasta +1,0 °C por debajo de los 50 m a finales del mes en Chicama (Figura 3.2.5.6).

En Paita, los registros de salinidad y temperatura evidenciaron la presencia de aguas de mezcla ASS-AES a inicios del mes sobre los 60 m, y aguas de mezcla ASS-ACF en el resto de la columna de agua durante el mes. En Chicama se detectó un núcleo de ASS sobre los 40 m en la primera quincena, para luego presentarse aguas de mezcla ASS-ACF. En Callao, durante el mes, hubo predominio de aguas de mezcla ASS – ACF en los primeros 20 m, y aguas de mezcla a más profundidad. En Atico e Ilo se observó predominio de ACF (Figura 3.2.5.7).

En cuanto al OD, se detectó una profundización de la iso-oxígena en la primera quincena del mes y un descenso de la iso-oxígena de 2 mL L<sup>-1</sup> a finales del mes en Paita, mientras que en el resto de estaciones fijas las iso-oxígena mostró una tendencia a profundizarse durante el mes. La iso-oxígena de 0,5 mL L<sup>-1</sup> no se registró en Paita y se determinó a 80 m en Chicama, 20 m en Callao, 60 m en Atico y a 65 m en Ilo durante el mes, en promedio (Figura 3.2.5.8).

### 3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana

En la mayoría de las estaciones fijas costeras, los nutrientes exhibieron una disminución de sus concentraciones.

#### 3.2.6.1. Silicatos

Las concentraciones de los silicatos mostraron una disminución en las estaciones fijas costeras, a excepción de Ilo, donde aumentaron. En Paita, predominaron valores entre 5 µmol L<sup>-1</sup> y 10 µmol L<sup>-1</sup> por encima de los ~ 45 m. En Chicama, las isolíneas de 10 µmol L<sup>-1</sup> y 15 µmol L<sup>-1</sup>, localizadas en 15 y 55 m, se profundizaron hasta 25 m y 80 m, respectivamente. En Callao, todas las isolíneas se profundizaron durante la segunda quincena del mes; mostrando la isolínea de 15 µmol L<sup>-1</sup> una profundización de 20 m a ~ 55 m. En Ilo, las concentraciones disminuyeron y aumentaron durante la primera y segunda quincena respectivamente, observándose que la isolínea de 20 µmol L<sup>-1</sup> se profundizó de 30 m a 60 m durante la primera quincena y se superficializó de 60 m a ~15 m durante la segunda quincena del mes (Figura 3.2.6.1).

### 3.2.6.2. Nitratos

Los nitratos mostraron una disminución de sus concentraciones en la columna de agua en la mayoría de las estaciones fijas durante marzo, a excepción de Chicama donde se observó un aumento. En Paita, por encima de los 60 m predominaron concentraciones menores a  $10 \mu\text{mol L}^{-1}$  durante el mes, llegándose a observar un núcleo de concentraciones menores a  $5 \mu\text{mol L}^{-1}$  por encima de los 20 m y durante la primera quincena del mes. En Chicama, la concentración promedio encima de los 30 m fue de  $10 \mu\text{mol L}^{-1}$ , mientras que por debajo de los 30 m se mantuvo alrededor de los  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ . En Callao, la concentración promedio debajo de los 20 m disminuyó de  $\sim 20 \mu\text{mol L}^{-1}$  a  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$  en la primera semana, observándose durante el resto del mes concentraciones entre  $10 \mu\text{mol L}^{-1}$  a  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ . En Ilo, las concentraciones en la columna de agua se mantuvieron alrededor de los  $10 \mu\text{mol L}^{-1}$  durante el mes (Figura 3.2.6.2).

### 3.2.6.3. Fosfatos

Los fosfatos mostraron una disminución de sus concentraciones en Paita e Ilo. En Paita, por encima de los 100 m, las concentraciones fluctuaron desde  $0,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  a  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ , mientras que en el mes anterior alcanzaron  $2 \mu\text{mol L}^{-1}$ . En Chicama, la isolínea de  $2 \mu\text{mol L}^{-1}$  se superficializó de 100 m a 10 m durante la primera quincena, y luego se profundizó de 10 m a 100 m durante la segunda quincena, pero en promedio, las concentraciones fueron superiores a las registradas en marzo. En Callao, las concentraciones se mantuvieron entre  $2 \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  entre los 5 m y 100 m durante todo el mes. En Ilo, las concentraciones disminuyeron de  $2 \mu\text{mol L}^{-1}$  a  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  durante la primera semana y se mantuvieron entre  $1,0 \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  durante el resto del mes (Figura 3.2.6.3).

### 3.2.6.4. Clorofila-a

La concentración mensual de clorofila-a satelital, proveniente de la unión de todos los satélites que registran clorofila-a superficial ([www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/](http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/)), presentó valores predominantes de  $\sim 1 \mu\text{g L}^{-1}$ , entre las 60 mn a 90 mn hacia la costa, de Paita a Huacho y de Pisco a Ilo; sin embargo, entre Huacho y Pisco se presentaron concentraciones superiores a  $3 \mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 90 mn (Figura 3.2.6.4 a), siendo esta distribución similar a lo observado durante marzo, pero sin presencia de núcleos de  $10 \mu\text{g L}^{-1}$  entre Callao y Pisco

En promedio mensual, hubo predominancia de anomalías negativas ( $-1 \mu\text{g L}^{-1}$  a  $-2 \mu\text{g L}^{-1}$ ) de Paita a Huacho y de Pisco a San Juan dentro de las 90 mn y 40 mn, respectivamente; mientras que, de Callao a Pisco (dentro de las 90 mn) predominaron anomalías positivas ( $+2 \mu\text{g L}^{-1}$  a  $+4 \mu\text{g L}^{-1}$ ) (Figura 3.2.6.4. b).

La distribución de anomalías (positivas y negativas) son comparables a lo observado durante marzo, aunque entre Chicama y Chimbote las anomalías negativas fueron menos intensas en abril (marzo:  $-4 \mu\text{g L}^{-1}$ , abril:  $-2 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

A escala diaria se ha utilizado la información de MODIS (Ocean Biology Processing Group, 2003) corregida respecto a SeaWIFS (O'Reilly et al. 1998). A partir de este producto, el promedio pentadal, entre los  $6^{\circ}\text{S}$  y  $16^{\circ}\text{S}$  y dentro de las 60 mn, nos indica que las concentraciones presentaron mayormente anomalías positivas durante el mes de marzo ( $\sim +1,5 \mu\text{g L}^{-1}$ ) (Figura 3.2.6.4. d). Latitudinalmente, las anomalías negativas han predominado entre los  $9^{\circ}\text{S}$  y  $11^{\circ}\text{S}$  y las anomalías positivas han persistido entre los  $11^{\circ}\text{S}$  y  $14^{\circ}\text{S}$  durante el mes (Figura 3.2.6.4. e).

Un factor clave para el crecimiento fitoplanctónico es la cantidad de luz incidente, la cual es afectada por la presencia de nubes. Entre Paita y San Juan dentro de las 90 mn, existió una cobertura nubosa entre 20 % a 40 % de días nublados, mientras que, al sur de los 16°S, la cobertura de nubes ha sido mayor al 60 % (Figura 3.2.6.4. c).

### **3.2.7. Recursos Pesqueros e indicadores biológicos**

#### **Distribución, capturas y tallas de la anchoveta**

La Primera Temporada de Pesca de anchoveta 2019 en la región norte – centro, se inició a partir del 28 de abril. En el periodo comprendido desde el inicio de temporada al 07 de mayo, la industrial de cerco desembarcó aproximadamente 280 mil toneladas, correspondientes al 13% de la cuota otorgada (2 100 000 t).

Los desembarques diarios presentaron una tasa de captura de 41 mil toneladas. La anchoveta presentó una distribución hasta las 40 millas de la costa desde Paita (05°S) hasta San Juan de Marcona (15°S), con las mayores capturas frente a Chimbote y Huacho. La estructura de tallas de la anchoveta presentó un rango entre 7,5 y 18,0 cm de longitud total (LT), con modas en 13,0 y 15, 0 cm LT y presencia de ejemplares <12,0 cm alrededor del 23 %.

#### **Especies Indicadoras**

Al igual que durante el mes de marzo, *Sarda chiliensis chiliensis*, “bonito”, normalmente asociado a aguas oceánicas, presentó una amplia distribución latitudinal y longitudinal dentro de las 80 mn, con sus mayores concentraciones detectadas entre Callao y Pisco (Figura 3.2.7.2. a).

En la pesca dirigida a la anchoveta se registró como captura incidental a caballa (*Scomber japonicus*), múnida (*Pleurocondes monodon*) y calamar, dentro de las 30 mn (Figura 3.2.7.2. b), asociado a ACF.

#### **Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta**

Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción Desovante (FD) mostraron que el recurso presentó una disminución en la actividad desovante (Figura 3.2.7.3), aunque por encima de su patrón histórico.

## **4. PRONÓSTICO**

### **4.1. A corto plazo (semanas)**

Según los modelos oceánicos simplificados, tanto de IGP (Figura 3.1.2.6. c y d) como de IMARPE (Figura 4.2.1), así como las proyecciones teóricas sobre los datos observados, se espera el arribo de, al menos, dos ondas Kelvin frías a la costa americana para los meses de mayo y junio. Asimismo, los vientos alisios, por su estacionalidad, que los hace más intensos, traerían como consecuencia la disminución del nivel medio del mar y la anomalía de la TSM. Todo esto mantendría las condiciones neutras a ligeramente frías en la costa americana.

## **4.2. A mediano plazo (3 meses)**

El desarrollo de un pulso de viento en el extremo occidental podría proyectarse en una onda Kelvin cálida que, teóricamente, arribaría a fines de junio, aunque si se concreta su formación, habría que observar su persistencia o dispersión.

Según los modelos climáticos de NMME con condiciones iniciales del mes de mayo, para el Pacífico central (región Niño 3.4) indican condiciones Cálidas Débiles en promedio para el periodo de mayo a julio (Figura 4.2.2.). Por otro lado, para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), según los modelos de NMME indican en promedio condiciones neutras para el periodo de mayo a julio (Figura 4.2.3).

## **4.3. A largo plazo (más de 3 meses)**

Según los modelos climáticos de las agencias internacionales, los pronósticos entre los meses de junio y octubre para el Pacífico oriental (Niño1+2), que incluye la costa norte del Perú, indican condiciones neutras, mientras que para el Pacífico central (Niño 3.4) se predicen condiciones cálidas débiles. El patrón espacial de TSM (Figura 4.2.4) y de precipitación (Figura 4.2.5) pronosticado por los modelos NMME, tienen características de un evento El Niño en el Pacífico central.

Hay que tener en cuenta que en esta época del año los pronósticos de los modelos numéricos acoplados presentan mayor incertidumbre en la primavera del hemisferio norte por la llamada “barrera de predictibilidad” (Latif et al., 1998). Esto último debe ir disminuyendo en los siguientes meses.

No se descarta episodios cálidos en la costa peruana para más adelante, aunque no se espera que estos generen precipitaciones por su estacionalidad

## 5. CONCLUSIONES

En el mes de abril la anomalía de la TSM en la región Niño 1+2 se mantuvo con valores alrededor de lo normal. Sin embargo, a lo largo del litoral peruano la anomalía de la TSM aumentó respecto al mes de marzo en la zona norte-centro alcanzando condiciones ligeramente cálidas por influencia del paso de la onda Kelvin cálida.

El anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio, se mantuvo ligeramente intenso al noroeste de su posición habitual, alcanzando un valor de 1020 hPa en su núcleo, lo cual influyó en los vientos frente a la costa peruana, los que alcanzaron velocidades entre  $3,0 \text{ ms}^{-1}$  y  $7,0 \text{ ms}^{-1}$  durante casi todo el mes.

En el Pacífico central (región Niño 3.4), la anomalía de la TSM disminuyó con respecto al mes de marzo. El ONI de marzo (FMA) y el estimado (ONI-tmp) para abril y mayo corresponden a condiciones Cálidas Débiles. Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor del ICEN para marzo y sus respectivos temporales de abril y mayo indican condiciones Neutras.

En el mes de abril y en la primera semana de mayo, los ríos de la costa norte, centro y sur han presentado un comportamiento descendente, aunque con variaciones por precipitaciones puntuales, el cual es un comportamiento propio del periodo de transición a la época de estiaje. Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte vienen operando al 100% de su capacidad de almacenamiento, y los embalses de la costa al 79%.

Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro mostraron que la actividad desovante disminuyó. Por otro lado, el recurso anchoveta presentó una distribución espacial de hasta las 40 mn, desde Paita ( $05^{\circ}\text{S}$ ) hasta San Juan de Marcona ( $15^{\circ}\text{S}$ ), con las mayores capturas frente a Chimbote y Huacho.

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos numéricos internacionales de NMME con condiciones iniciales de mayo indican, en promedio, condiciones NEUTRAS entre los meses de junio y octubre. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Débiles de junio a octubre.

La Comisión Multisectorial ENFEN, a través del monitoreo y análisis de la información proporcionada por las instituciones que la conforman y la evaluación mediante el juicio experto de su grupo científico, considera que al menos durante los siguientes dos meses, en promedio, se tendrían condiciones térmicas neutras a ligeramente frías frente a la costa peruana, esto ante el próximo arribo de ondas Kelvin frías a la costa americana entre mayo y junio, así como a la estacionalidad de los vientos alisios. No obstante, de continuar las condiciones actuales de El Niño débil en el Pacífico central, podrían formarse nuevas ondas Kelvin cálidas más adelante que afectarían el Pacífico oriental en el invierno, aunque dichos episodios no tendrían impacto en las lluvias en la región debido a la estacionalidad.

## 6. REFERENCIAS

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.

Chassignet, E. P., H. E. Hurlburt, O. M. Smedstad, G. R. Halliwell, P. J. Hogan, A. J. Wallcraft, R. Baraille, and R. Bleck (2007), The HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model) data assimilative system, *Journal of Marine Systems*, 65, 60–83.

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

Latif, M., D. Anderson, T. Barnett, M. Cane, R. Kleeman, A. Leetmaa, J. O'Brien, A. Rosati, and E. Schneider, 1998: A review of the predictability and prediction of ENSO. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 103, 14375–14393.

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.

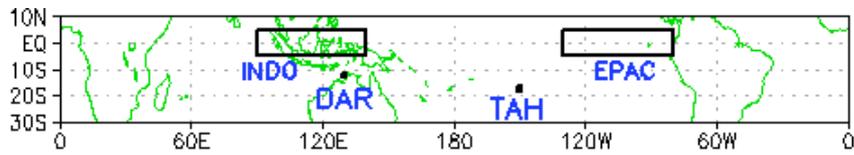
Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 4-7.

Quispe, J., y Vásquez, L. ,2015: Índice LABCOS para la caracterización de eventos El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. Boletín Trimestral Oceanográfico, Vol.1, Números 1-4, págs.: 14-18, Instituto del Mar del Perú.

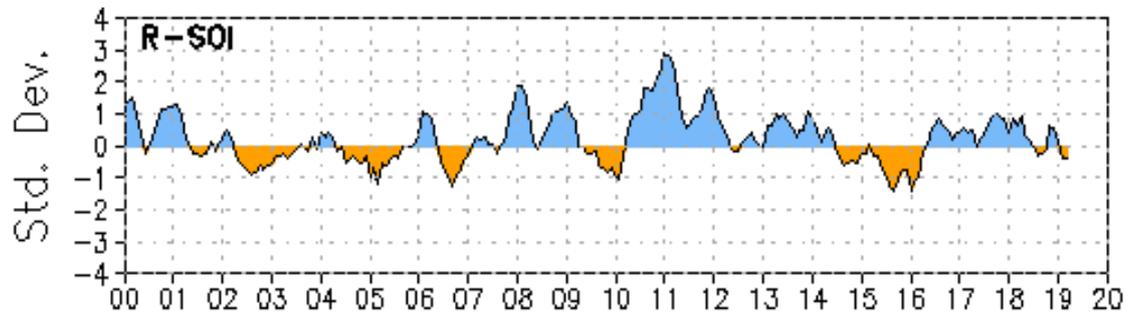
Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Febrero, 1, 2, 8-9.

Wentz, F.J., L.Ricciardulli, C.Gentemann, T. Meissner, K.A. Hilburn, J. Scott, 2013: Remote Sensing Systems Coriolis WindSat [indicate whether you used Daily, 3-Day, Weekly, or Monthly] Environmental Suite on 0.25 deg grid, Version 7.0.1. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, CA. Available online at [www.remss.com/missions/windsat](http://www.remss.com/missions/windsat).

## 7. FIGURAS



a)



b)



Media móvil de tres meses de un CDAS / Derivados de Reanalysis.

Figura 3.1.1.1 a) Índice de Oscilación del Sur (IOS). b) Índice de Oscilación del Sur Ecuatorial (IOS-Eq).

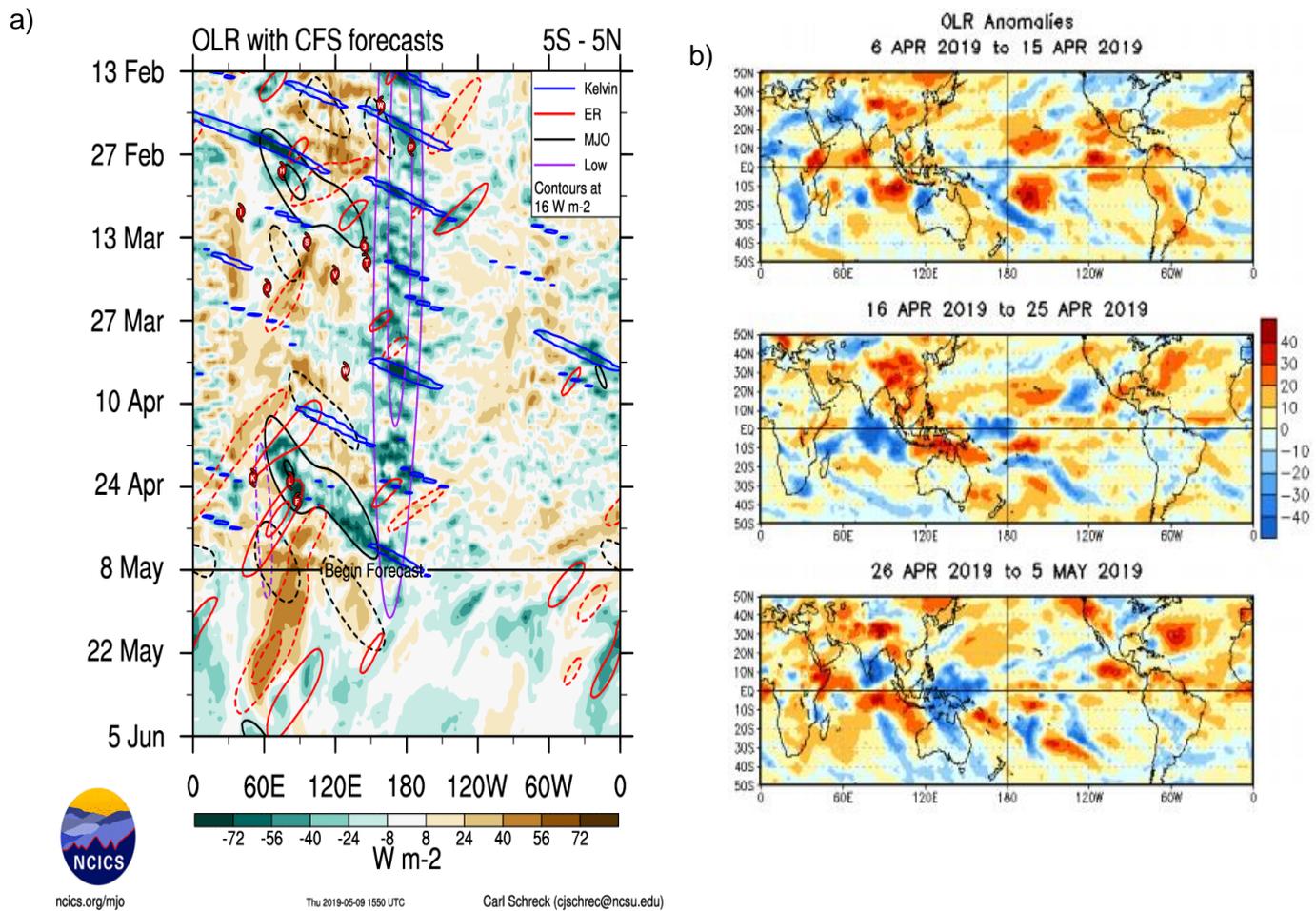
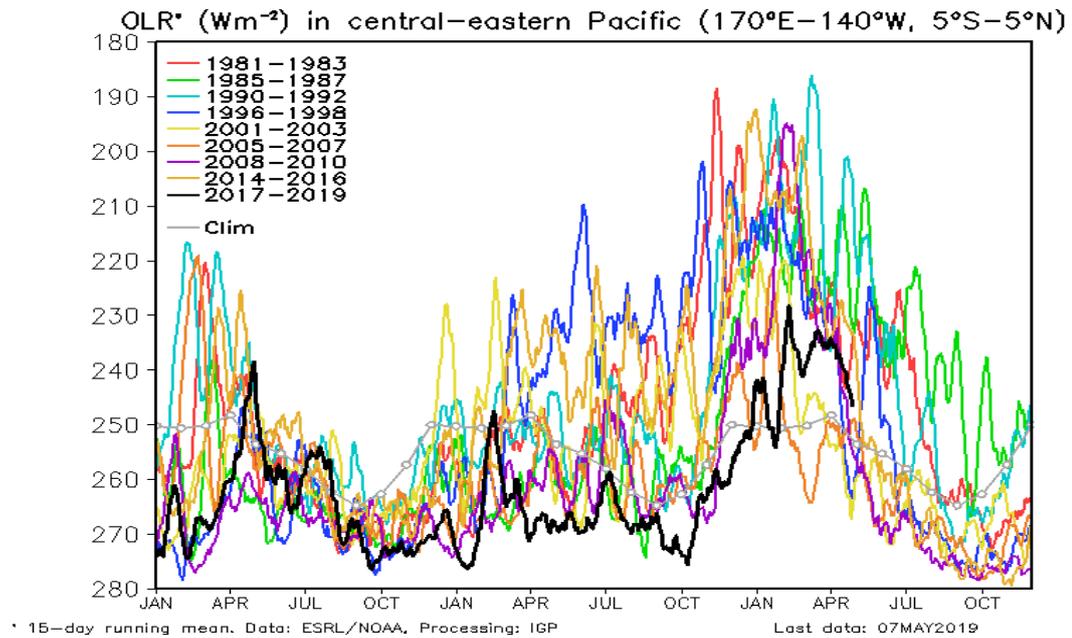


Figura 3.1.1.2. a) Pronóstico a mediano plazo para OLR del modelo CFS. Los contornos indican actividad de ondas atmosféricas b) Anomalías decadas de OLR para el mes de abril de 2019. Datos: CFS y NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI

a)



b)

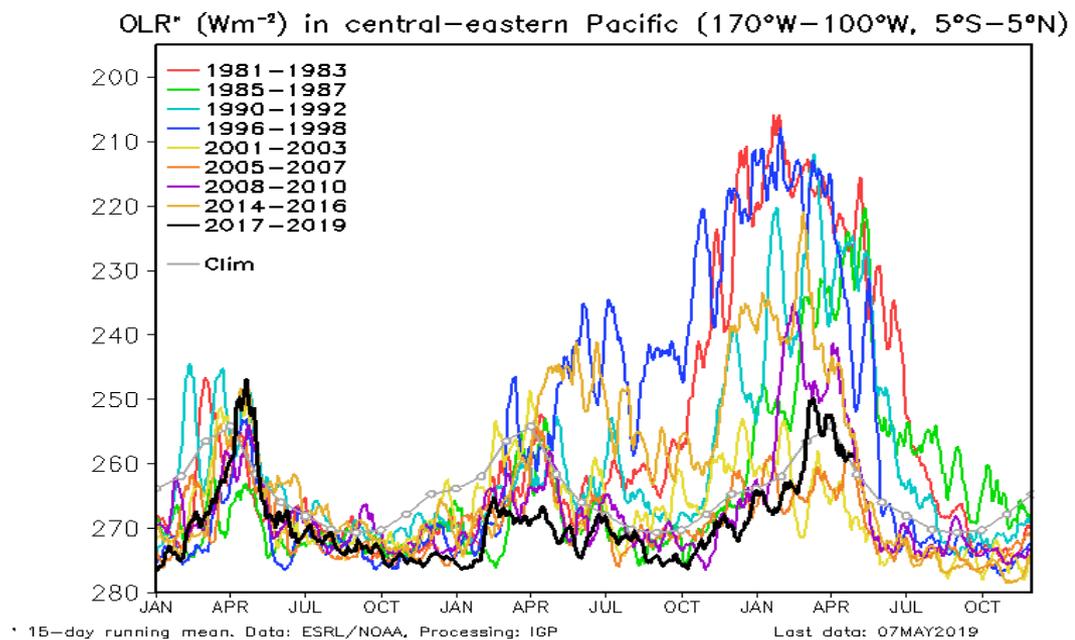
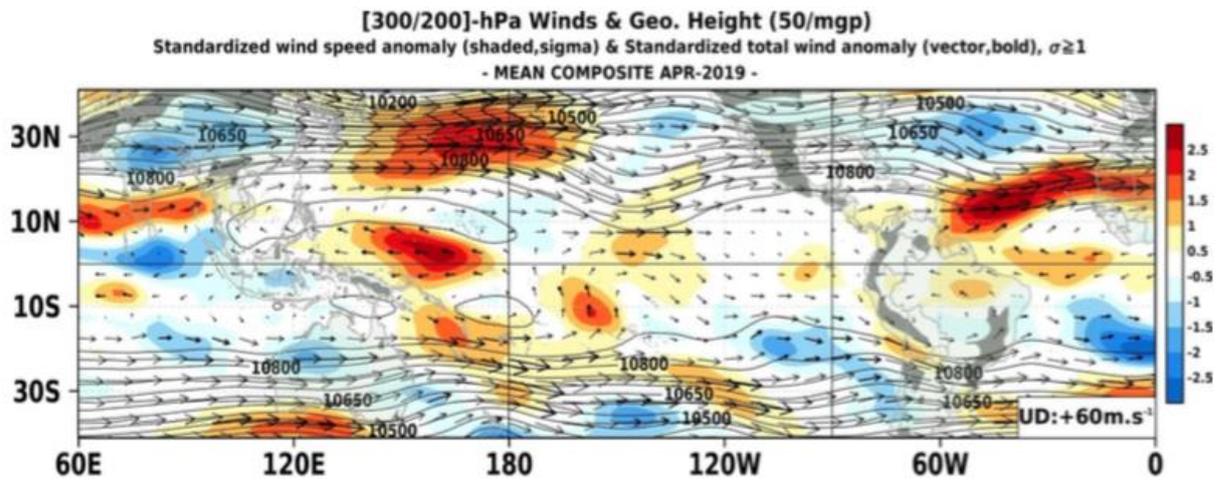


Figura 3.1.1.3 Radiación de Onda Larga – OLR ( $W/m^2$ ), desde el mes de enero de 2017 hasta abril de 2019, en el Pacífico central-oriental en: a)  $170^{\circ}W-140^{\circ}W, 5^{\circ}S-5^{\circ}N$  y b)  $170^{\circ}W-100^{\circ}W, 5^{\circ}S-5^{\circ}N$ . Datos: ESRL/NOAA. Procesamiento: IGP.



b)

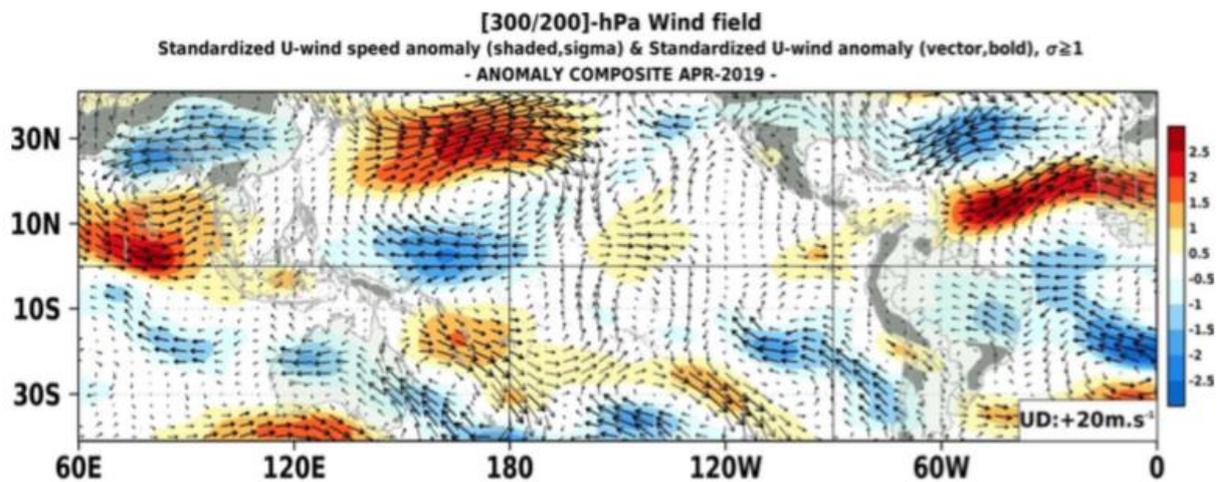
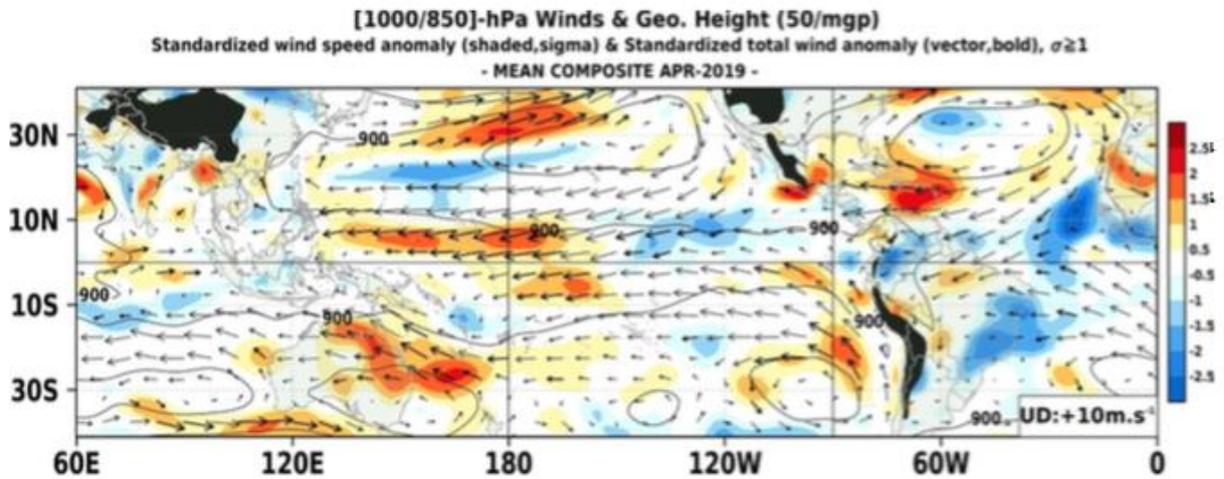


Figura 3.1.1.4 Configuración atmosférica en niveles altos (300 - 200 hPa) para el mes de Abril del 2019. a): Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada  $\pm 0,5 \sigma$ ). b): Anomalías del campo de viento (m/s, vectores) y anomalías estandarizadas de la componente zonal del viento (matrices de colores cada  $\pm 0,5 \sigma$ ). En ambos gráficos los vectores gruesos indican vientos anómalos con desviación estándar mayor a 1 ( $\sigma > 1$ ). Fuente: SPC/SENAMHI.

a)



b)

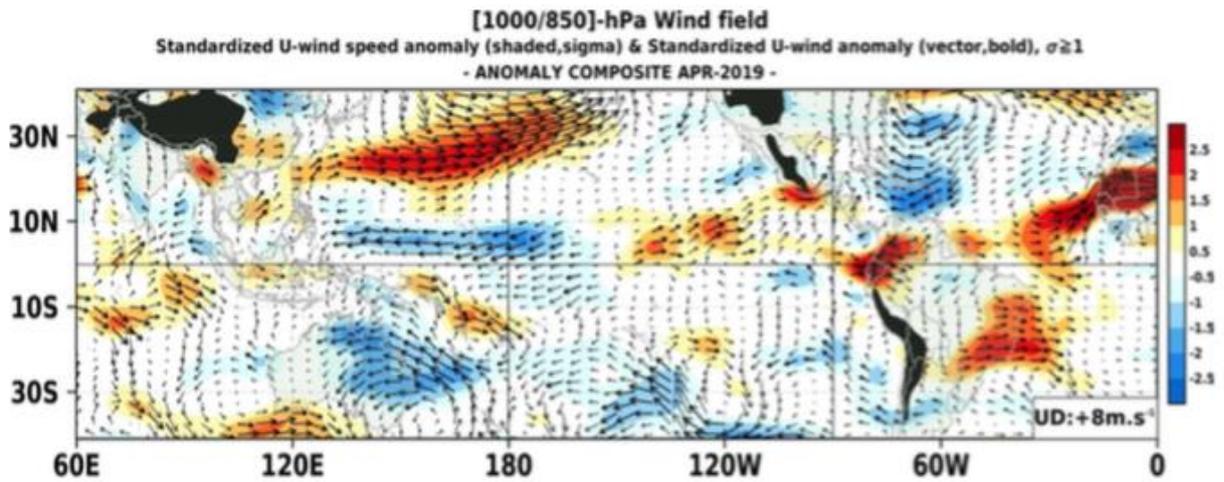
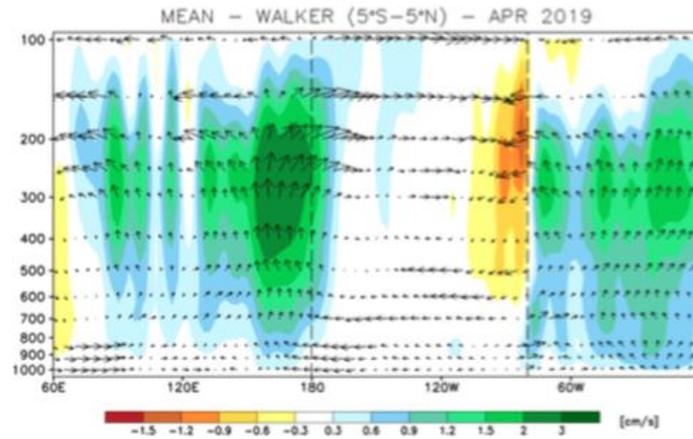
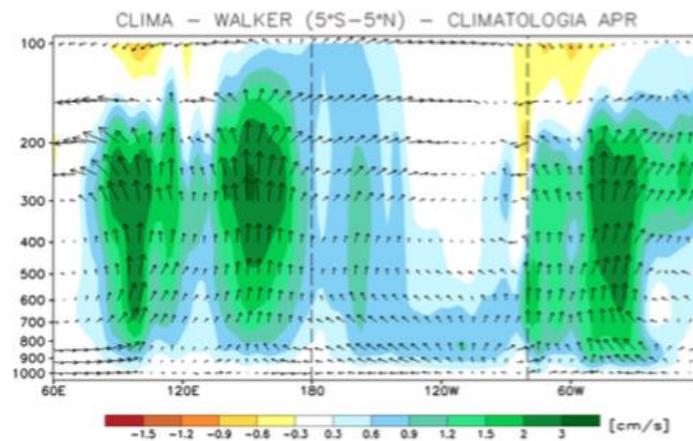


Figura 3.1.1.5. Configuración atmosférica en niveles bajos (1000 - 850 hPa) para el mes de abril del 2019. a): Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada  $\pm 0,5 \sigma$ ). b): Anomalías del campo de viento (m/s, vectores) y anomalías estandarizadas de la componente zonal del viento (matrices de colores cada  $\pm 0,5 \sigma$ ). En ambos gráficos los vectores gruesos indican vientos anómalos con desviación estándar mayor a 1 ( $\sigma > 1$ ). Fuente: SPC/SENAMHI.

a)



b)



c)

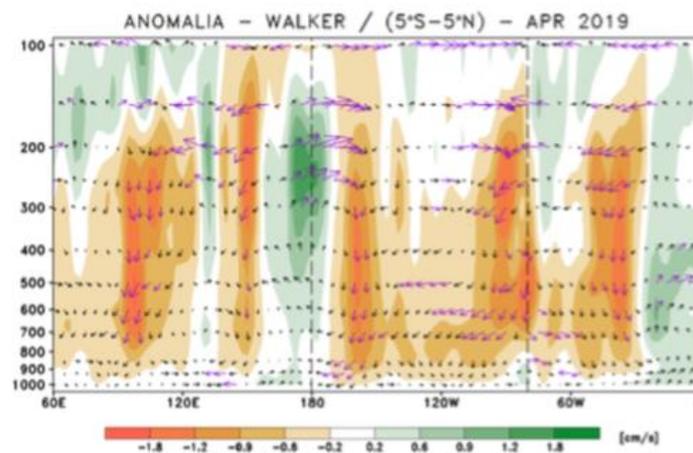


Figura 3.1.1.6. Secciones verticales de la Circulación Atmosférica Ecuatorial (Walker) de este a oeste para el mes de Abril 2019. (a), patrón promedio, (b) patrón climatológico y (c) patrón anómalo. Fuente: SPC/SENAMHI.

Anomalia de esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{Nm}^{-2}$ )  
promediada entre 2S y 2N

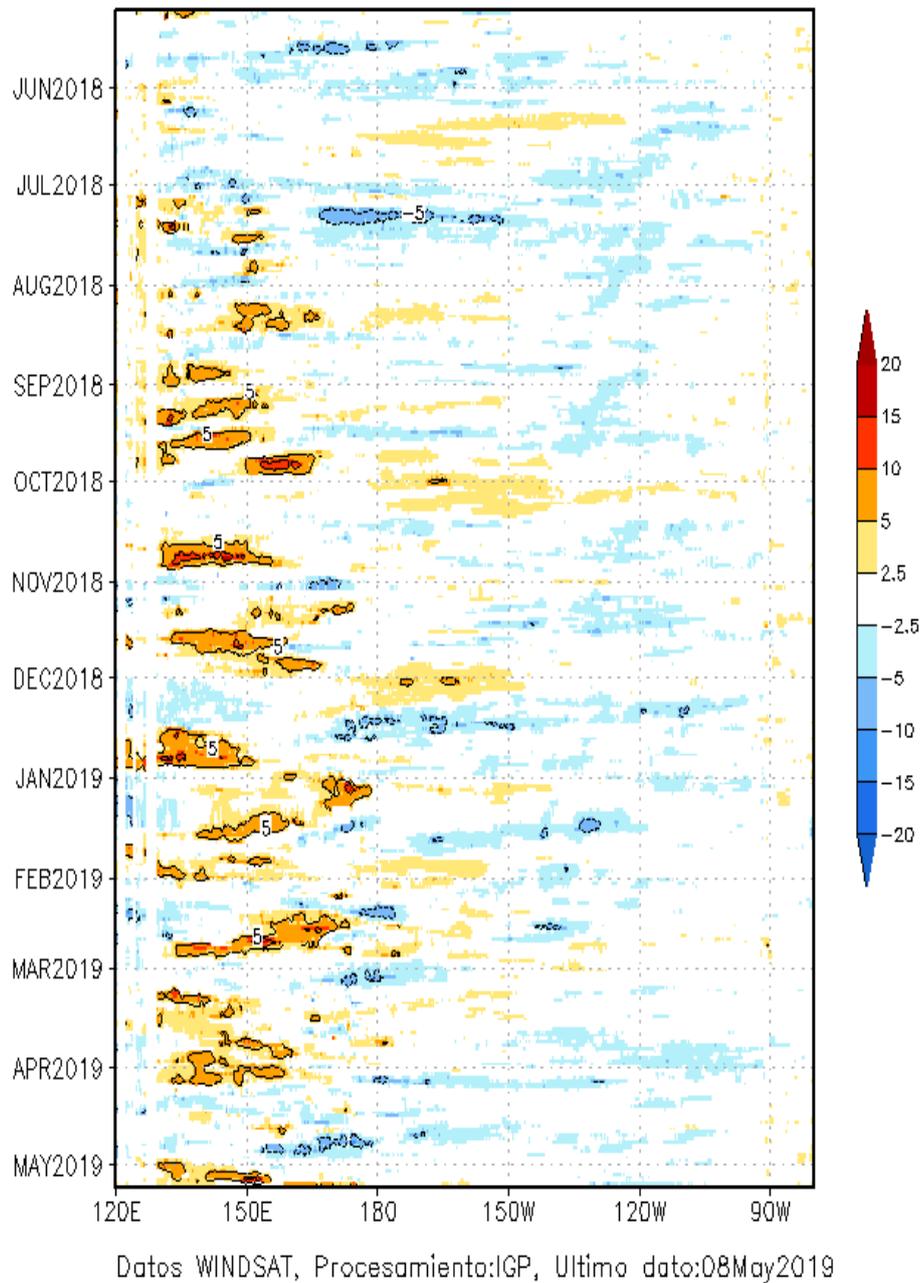
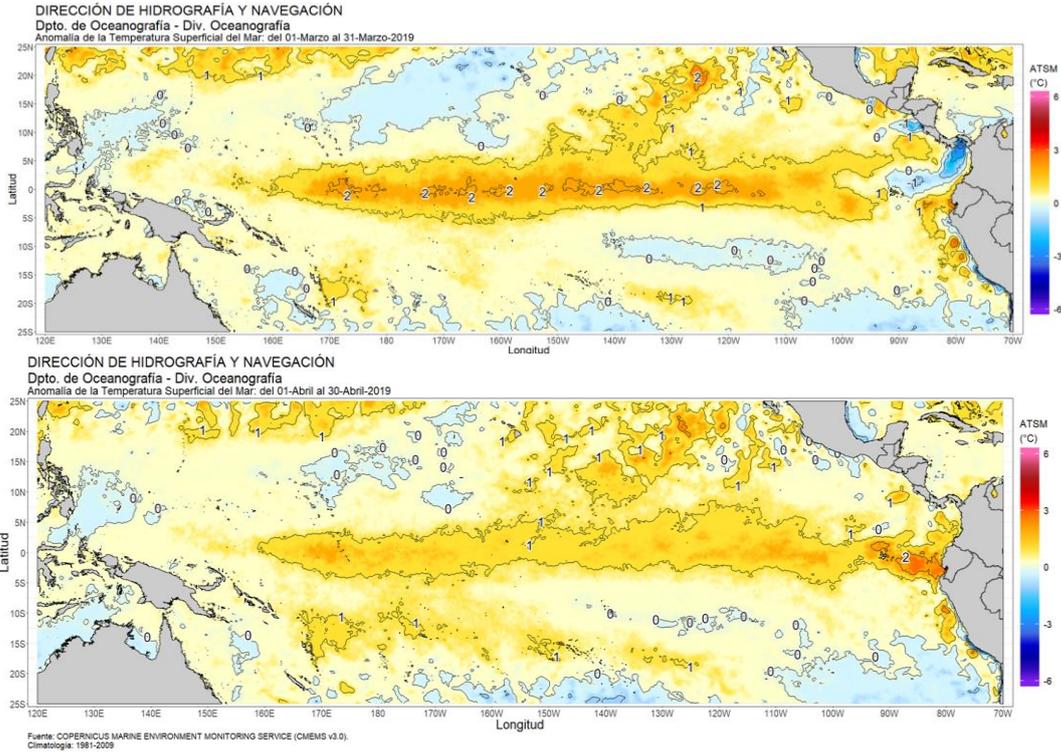
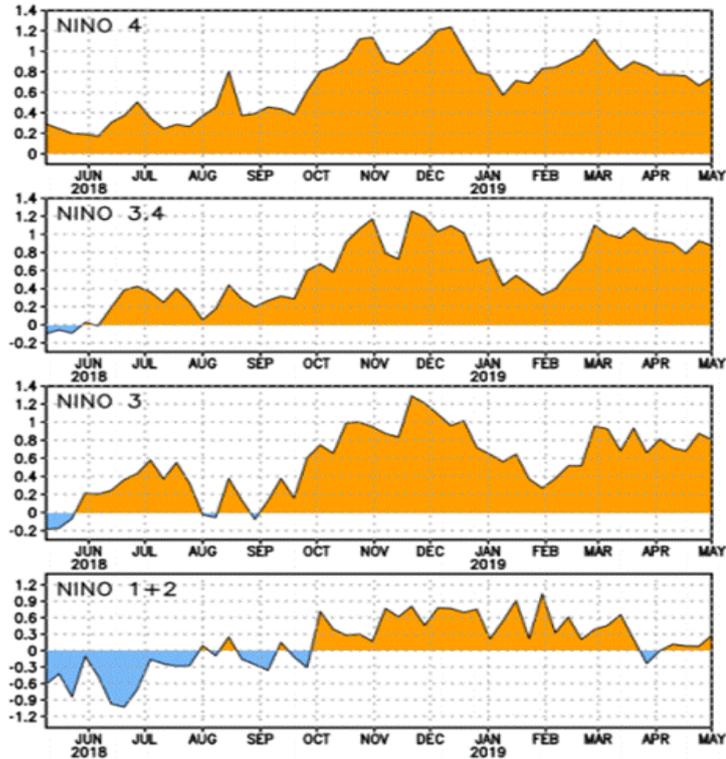


Figura 3.1.1.7. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT. Elaboración: IGP.



a)



b)

Figura 3.1.1.8. a) Anomalia promedio de marzo y abril de 2019 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN. b) Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de junio 2018 a abril de 2019. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA.

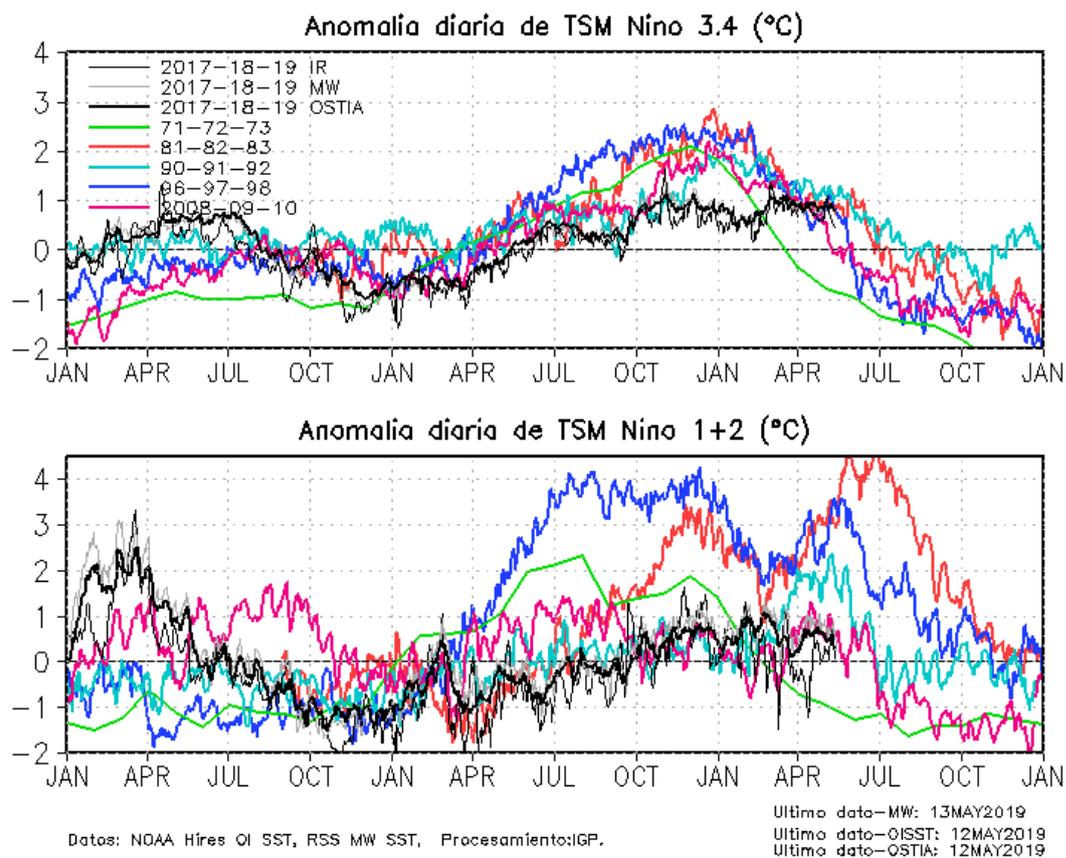


Figura 3.1.1.9 Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (panel superior) y Niño 1+2 (panel inferior). Las líneas en color negro (guesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de verde, rojo, celeste y azul indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años de Niño 1972-1973, 1982-1983, 1991-1992 y 1997-1998. Elaboración: IGP.

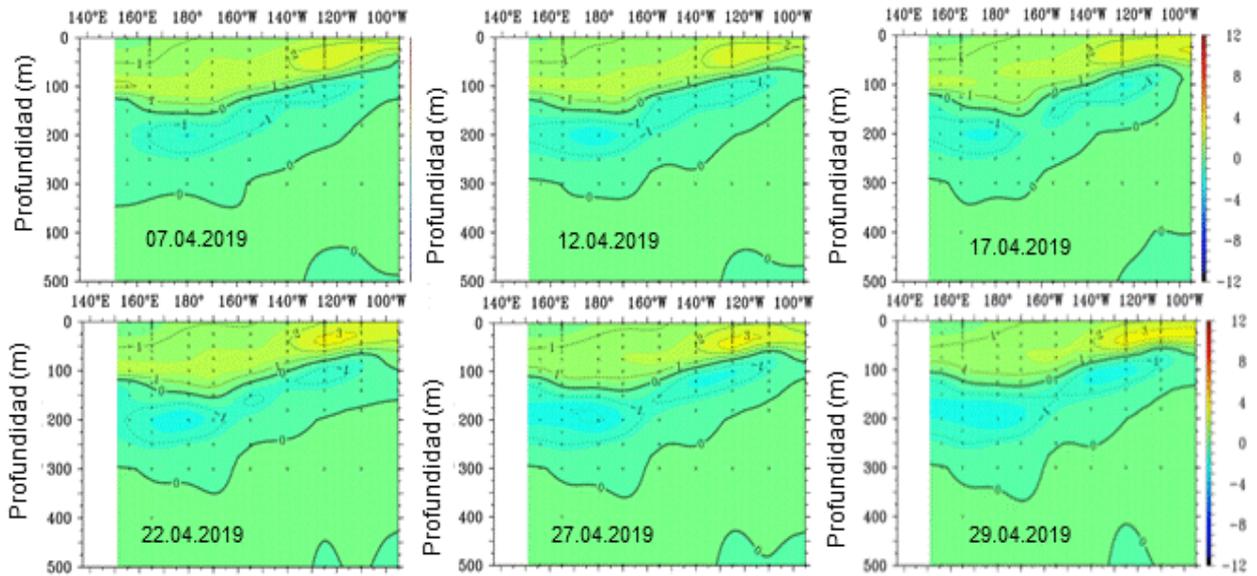


Figura 3.1.2.1. Diagramas longitud-profundidad de las anomalías de la temperatura del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (promediados entre 2°N y 2°S) para los días, de izquierda a derecha y de arriba abajo, 7, 12, 17, 22, 27 y 29 de abril de 2019. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

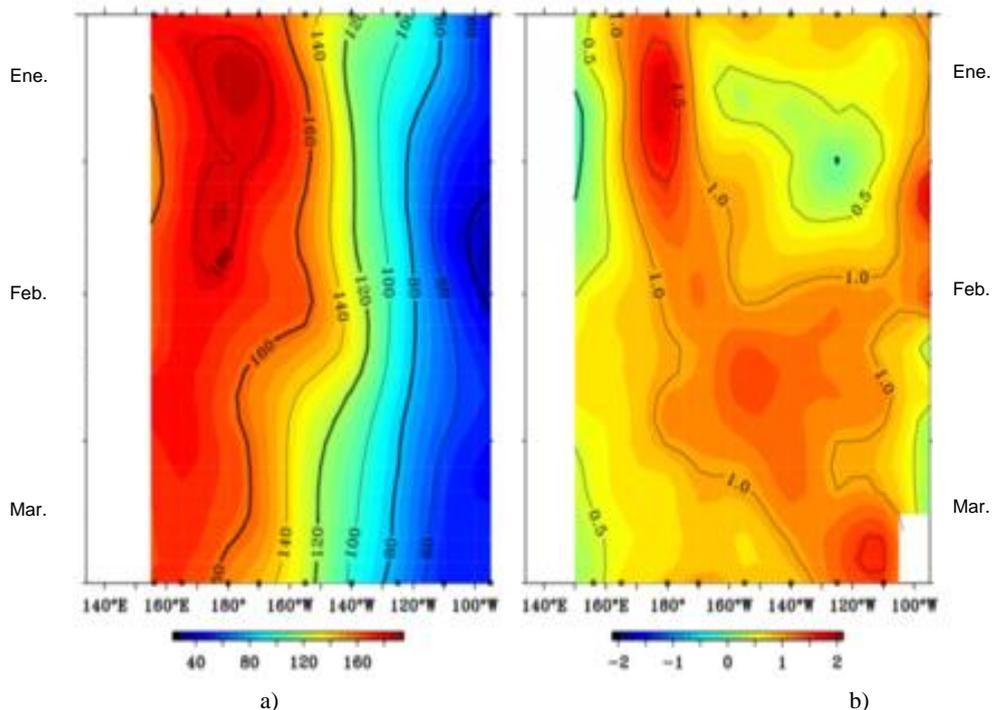


Figura 3.1.2.2. Diagrama longitud-tiempo de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promediado entre 2°N y 2°S, desde enero a abril de 2019, tanto para su valor total (a) como para su anomalía (b). Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL

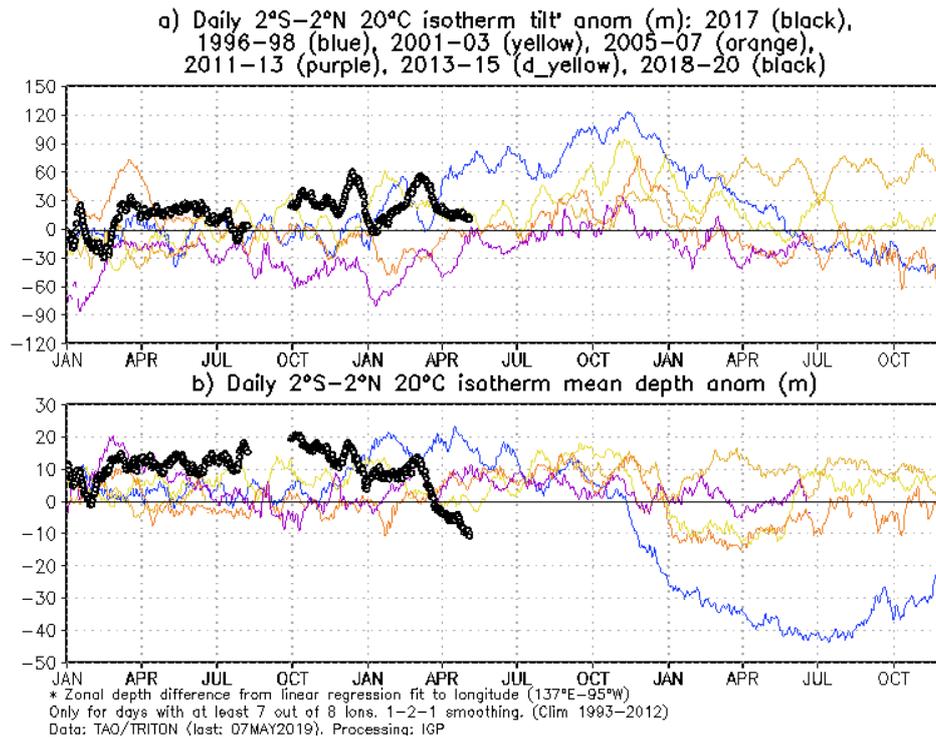


Figura 3.1.2.3. Series de tiempo de: a) la inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de TAO entre 2°N y 2°S; y b) del contenido de calor en la región ecuatorial. Estas series de tiempo se obtuvieron usando datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP

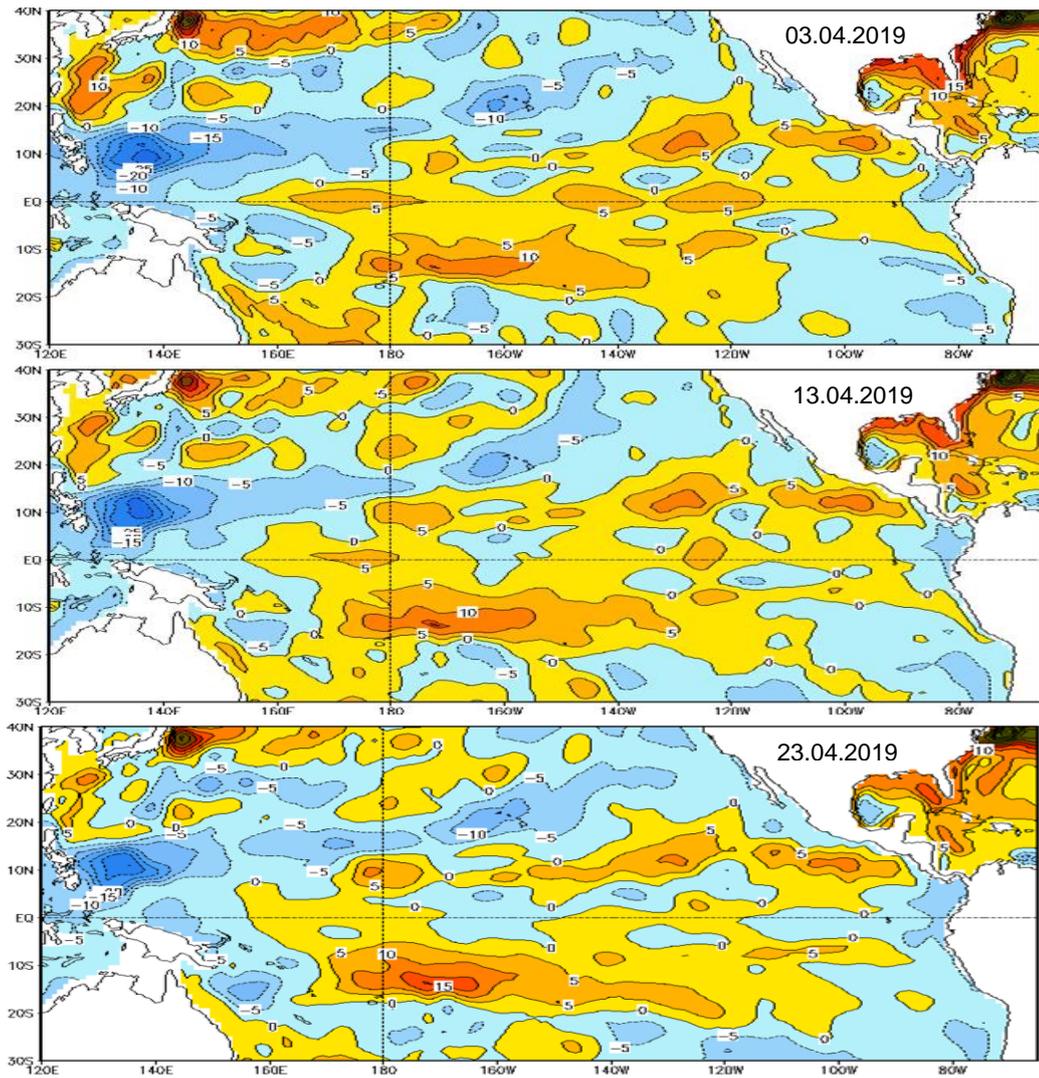


Figura 3.1.2.4. Anomalia del nivel del mar en el Pacífico tropical para el 03 de abril (panel superior), 13 de abril (panel central) y 23 de abril (panel inferior) de 2019. Climatología 1981 – 2010 Fuente. GODAS).

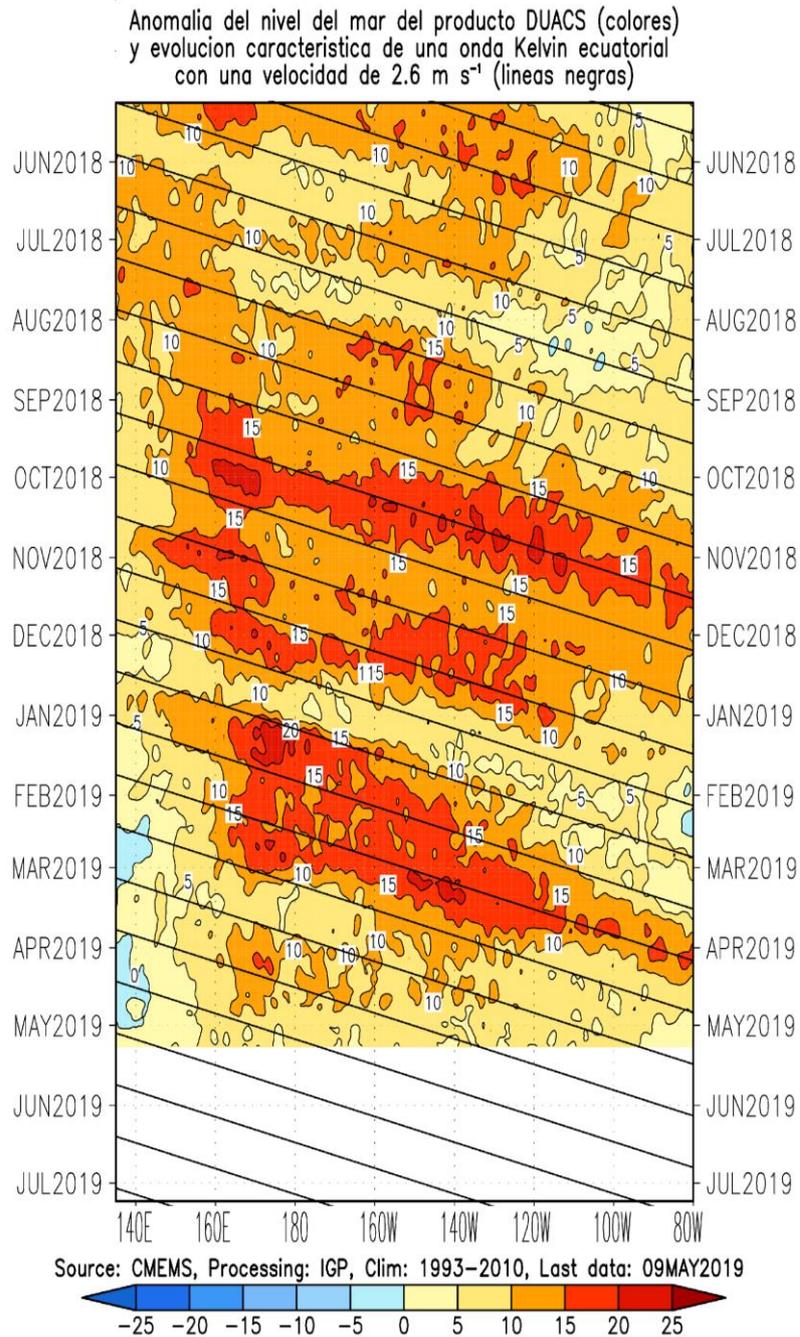


Figura 3.1.2.5. Diagrama longitud – tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda Kelvin si tuviera una velocidad aproximada de 2,6 m/s. Elaboración IGP.

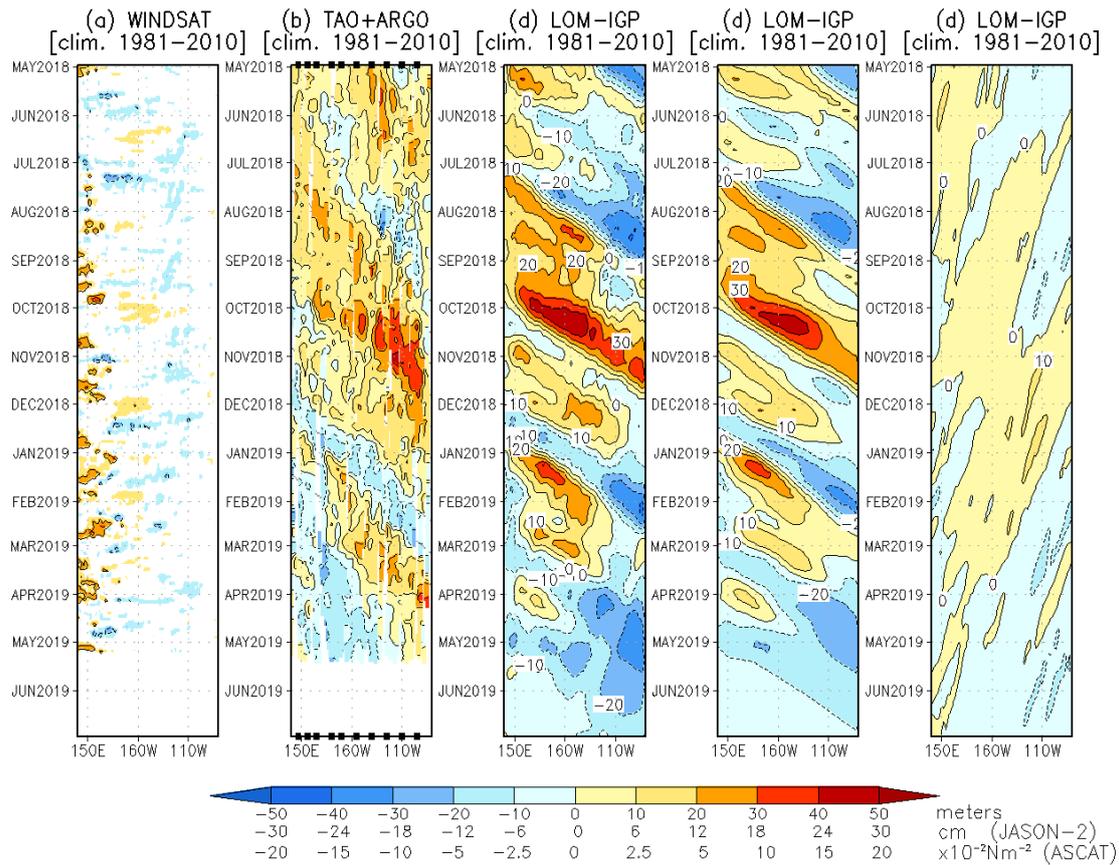
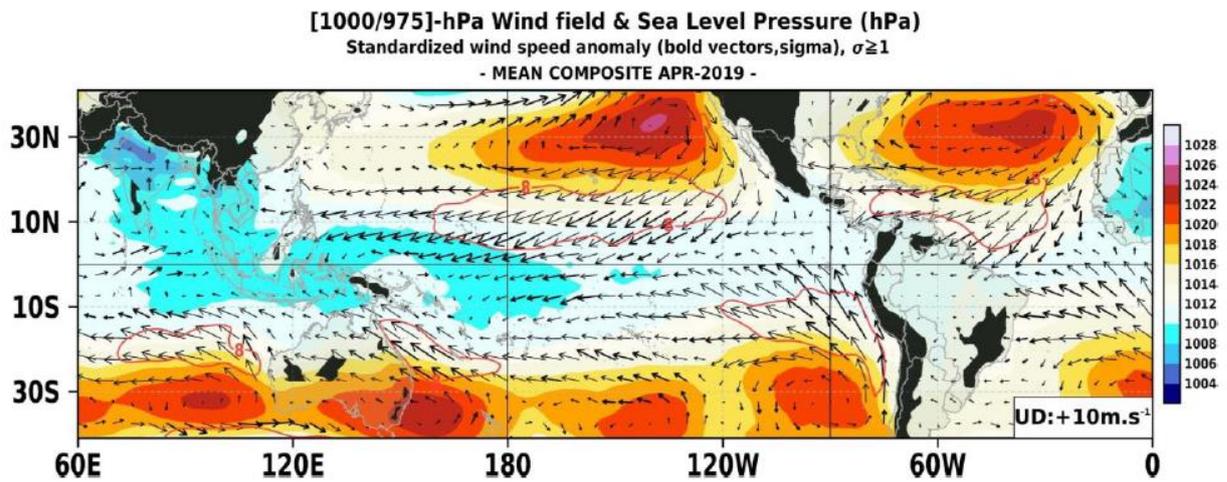
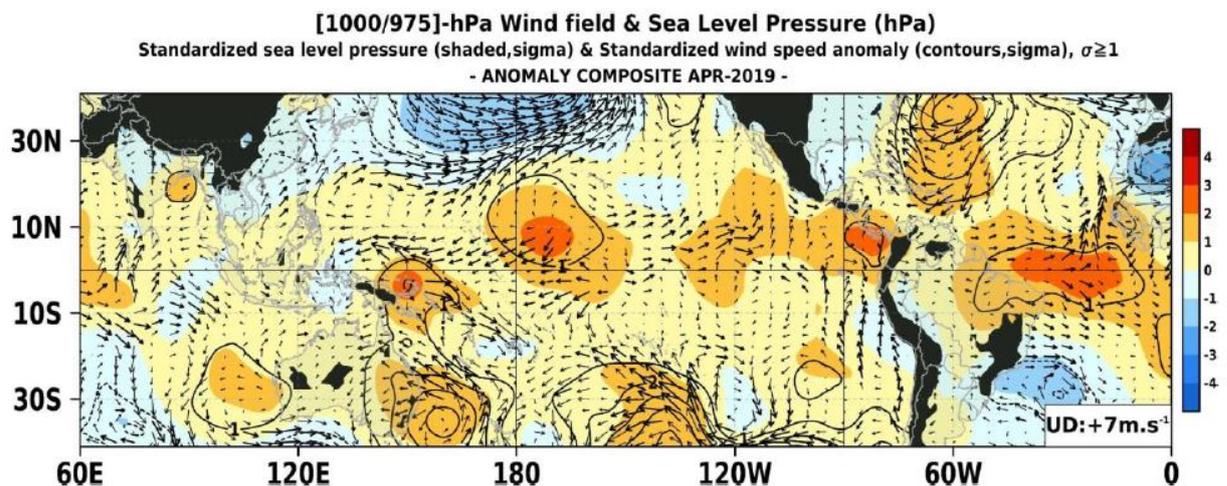


Figura 3.1.2.6. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por WINDSAT, 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.



a)



b)

Figura 3.2.1.1. Análisis de superficie para el mes de Abril del 2019. Arriba: Promedio del campo de presión reducida a nivel del mar (PRMSL, hPa) y vientos entre 1000 - 975 hPa (contornos rojos >8 m/s), vectores gruesos representan velocidad estandarizadas, ( $\sigma > 1$ ). Abajo: Anomalías del campo de viento (m/s) y PRMSL (hPa, contornos), las matices en colores representan valores estandarizados de la PRMSL cada  $\pm 1 \sigma$ , vectores gruesos indican velocidades anómalas del viento total,  $\sigma > 1.0$ . Fuente: SPC/SENAMHI.

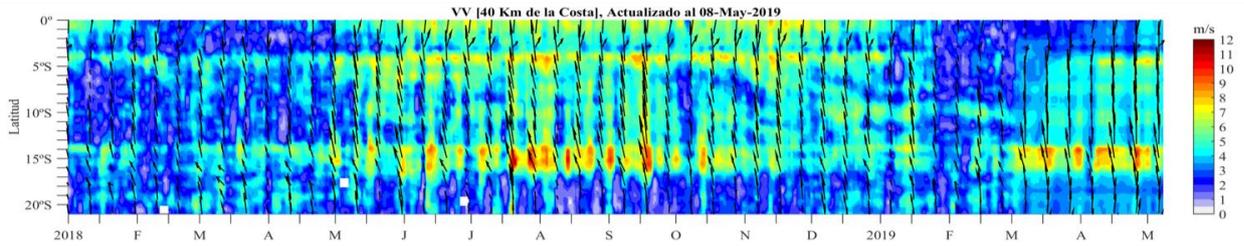


Figura 3.2.1.2 Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 08/05/2019.

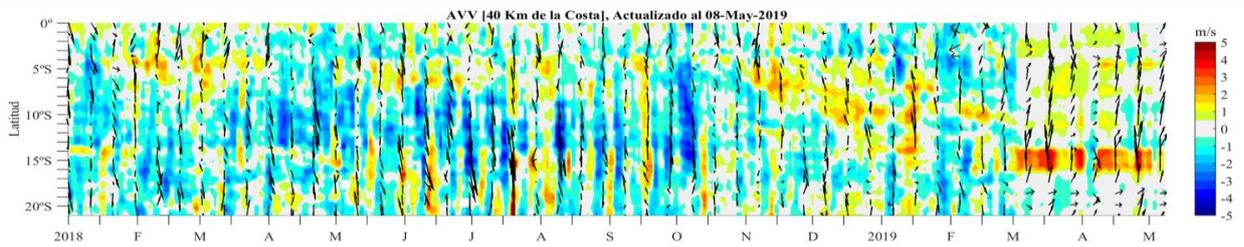


Figura 3.2.1.3. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 08/05/2019.

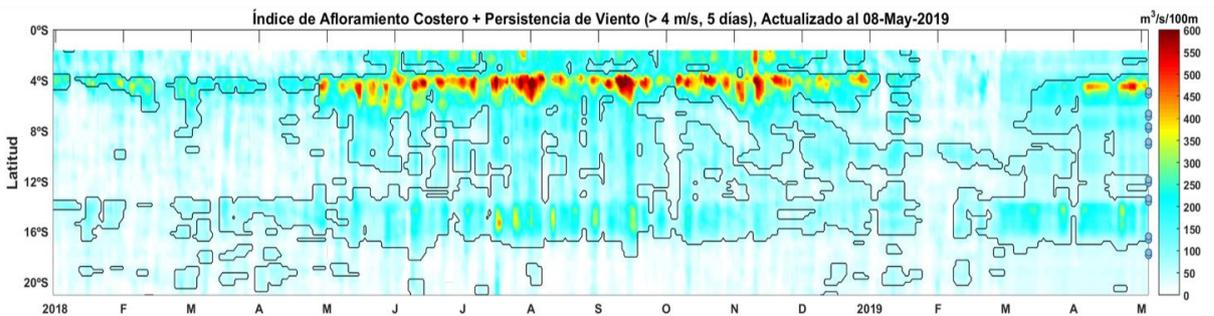
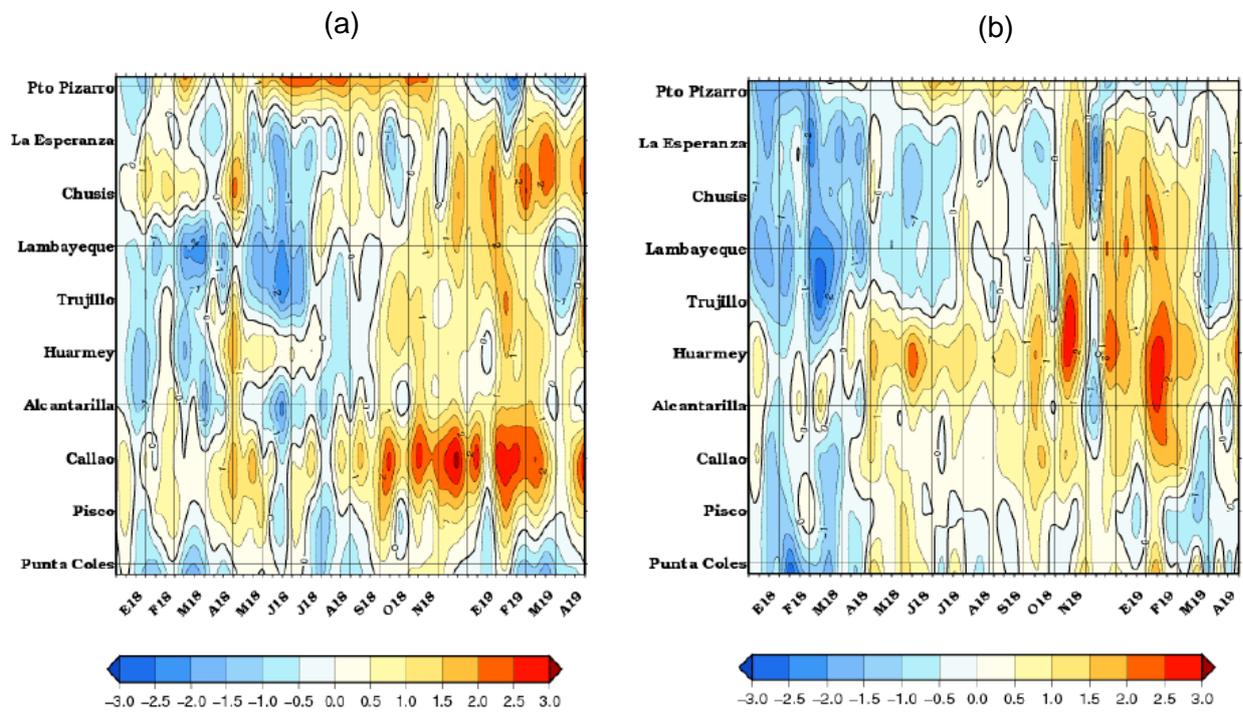


Figura 3.2.1.4. Diagrama de Hovmöller del índice de afloramiento costero ( $\text{m}^3/\text{s} \cdot 100\text{m}$ ), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 08/05/2019.



**Figura 3.2.2.1.** Anomalías de las temperaturas extremas del aire ( $T_{max}$  y  $T_{min}$ ) para estaciones costeras a lo largo del litoral del Perú distribuidas desde el norte hacia el sur.  
Fuente: SPC/SENAMHI.

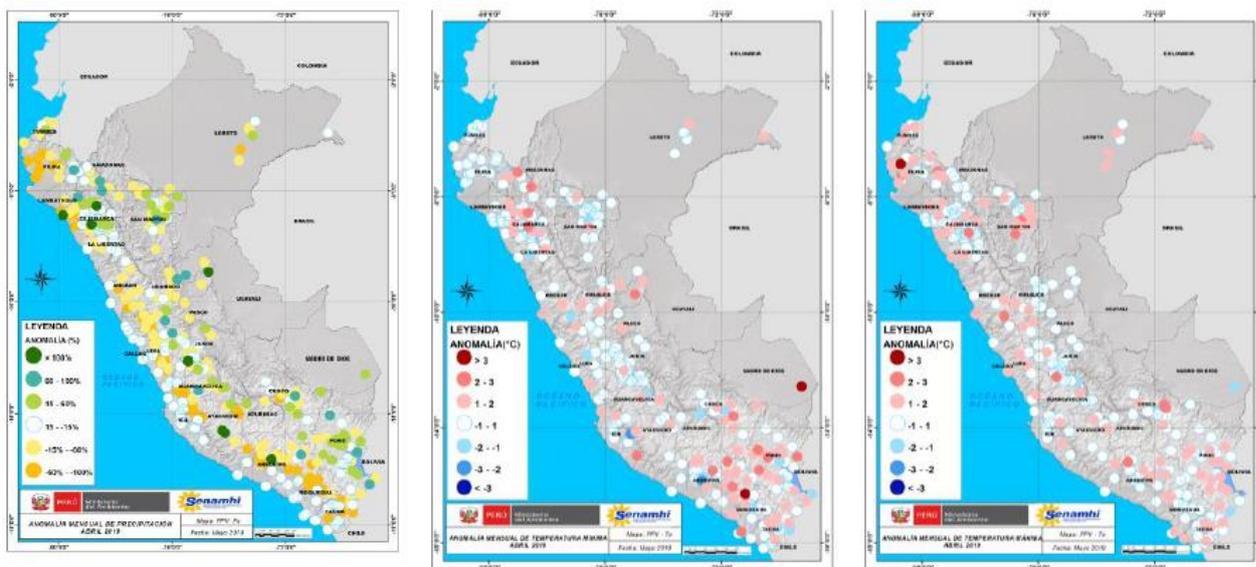


Figura 3.2.3.1. Anomalías termoplumiométricas a nivel nacional para el mes de abril de 2019. Las anomalías porcentuales de la precipitación, temperatura máxima, y temperatura mínima se muestran en el panel de la izquierda, el centro y la derecha, respectivamente. Fuente: SPC/SENAMHI.

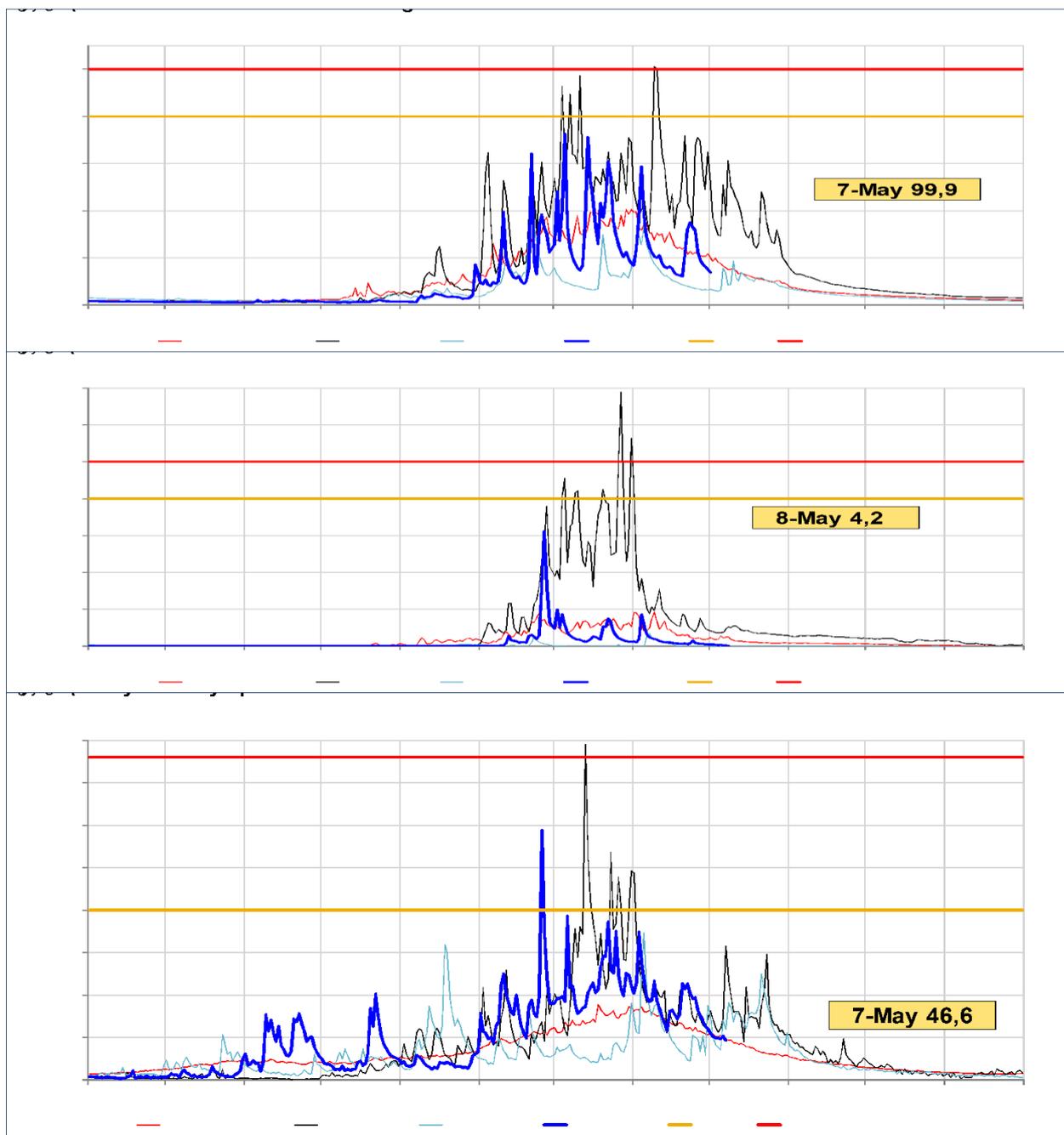


Figura 3.2.3.2 Caudales diarios ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) de los principales ríos del norte del Perú: Tumbes (panel superior), Piura (panel central) y Lambayeque (panel inferior), hasta los primeros días de mayo de 2019. Las líneas azules indican caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA.

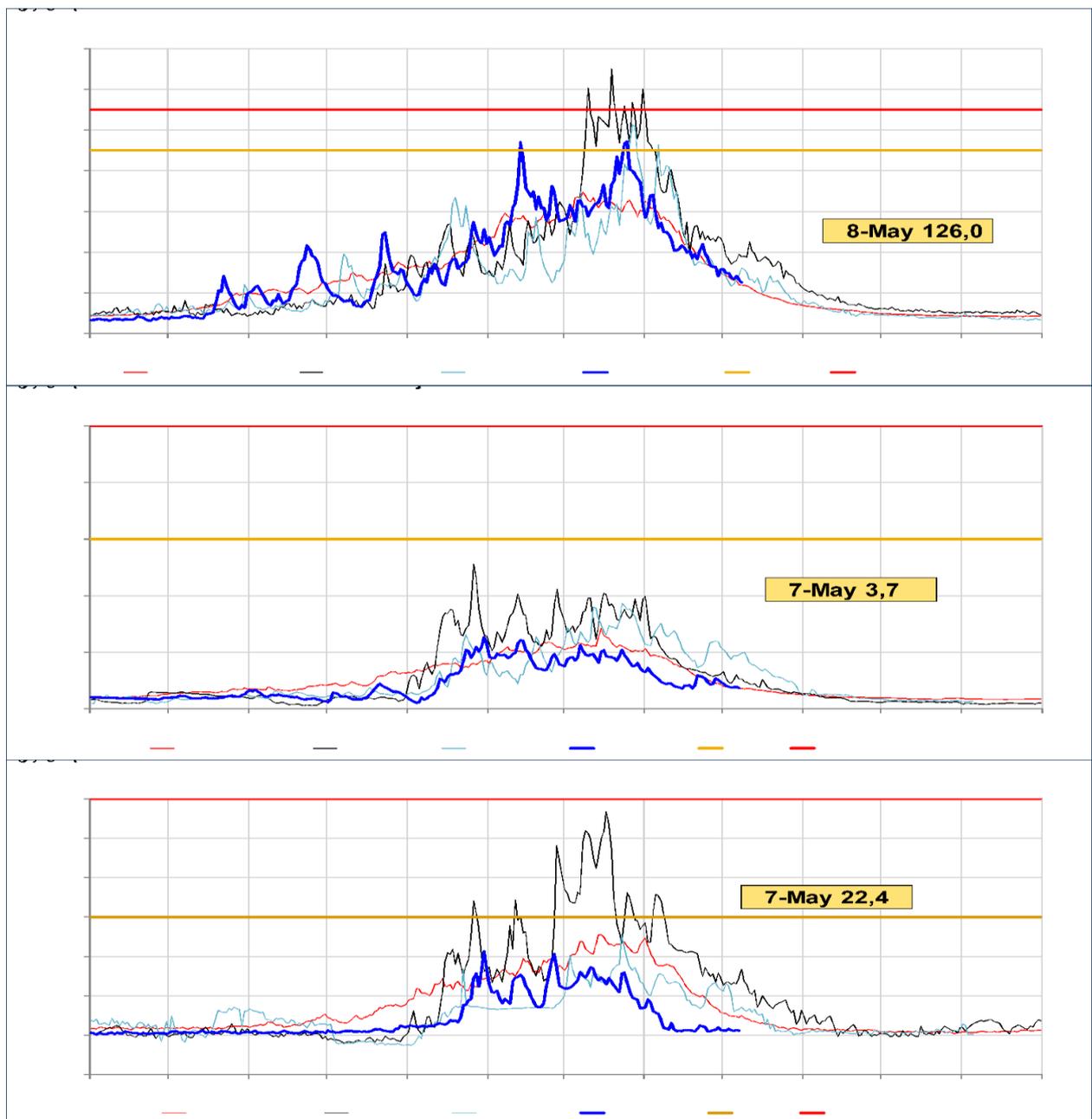


Figura 3.2.3.3 Caudales diarios ( $m^3/s$ ) de principales ríos del centro del Perú: Santa (panel superior), Chillón (panel central) y Rímac (panel inferior), hasta los primeros días de mayo de 2019. Líneas azules: caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA

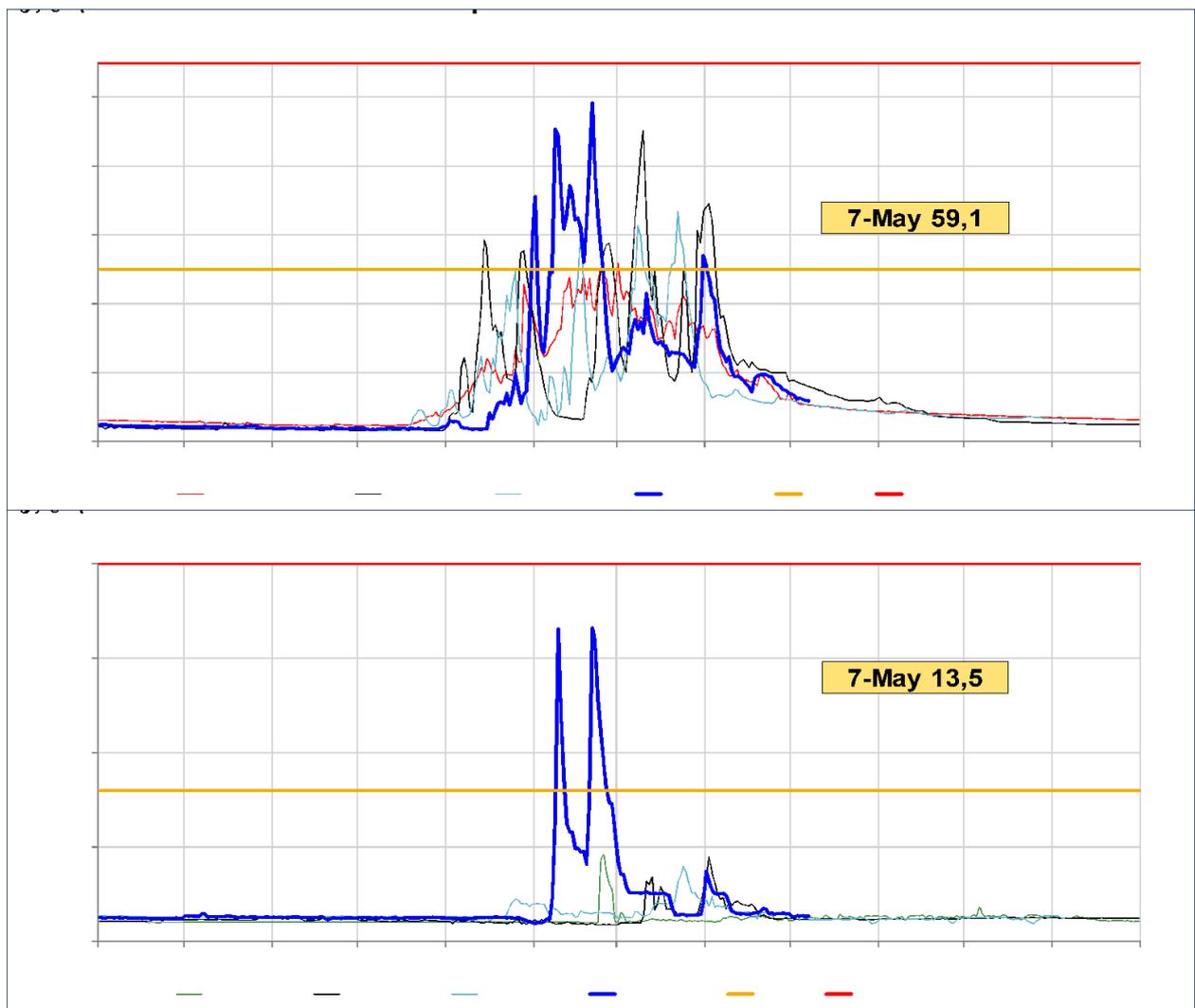
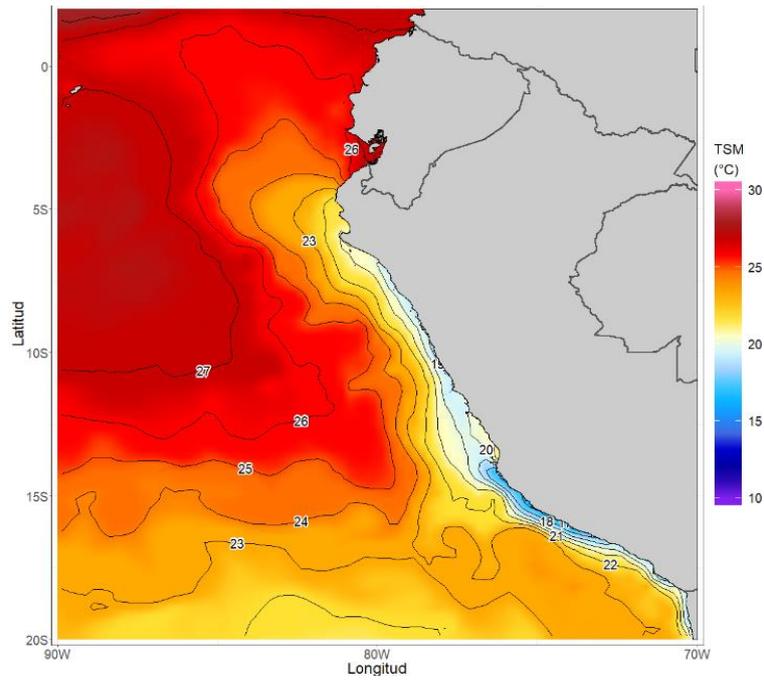
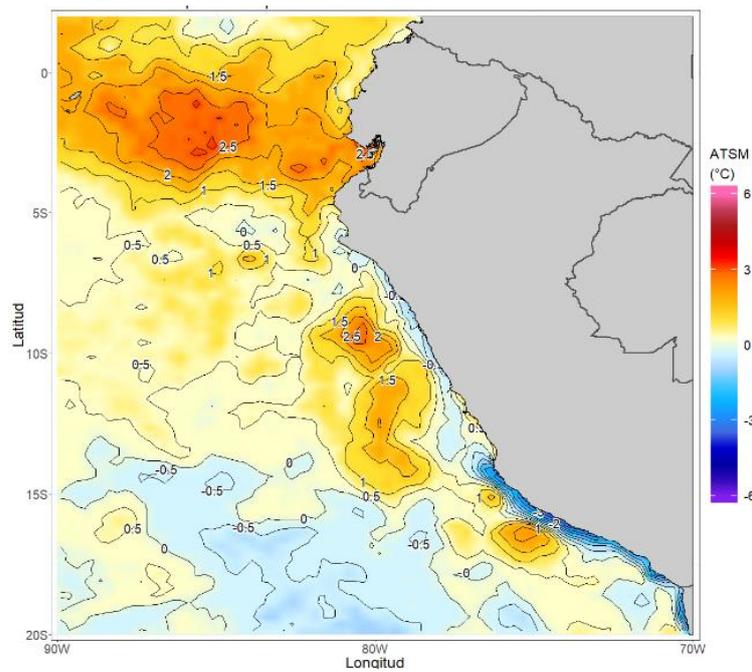


Figura 3.2.3.4 Caudales diarios ( $m^3/s$ ) de principales ríos del sur del Perú: Camaná (panel superior) y Chillí (panel inferior), hasta los primeros días de mayo de 2019. Líneas azules: caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA



a)



b)

Figura 3.2.4.1. a) Temperatura promedio de abril de 2019 en la región Niño 1+2 y en el mar de Perú, b) Anomalía de la temperatura promedio de abril 2019 en la región Niño 1+2 y en el mar de Perú. Climatología 1981 – 2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA, Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

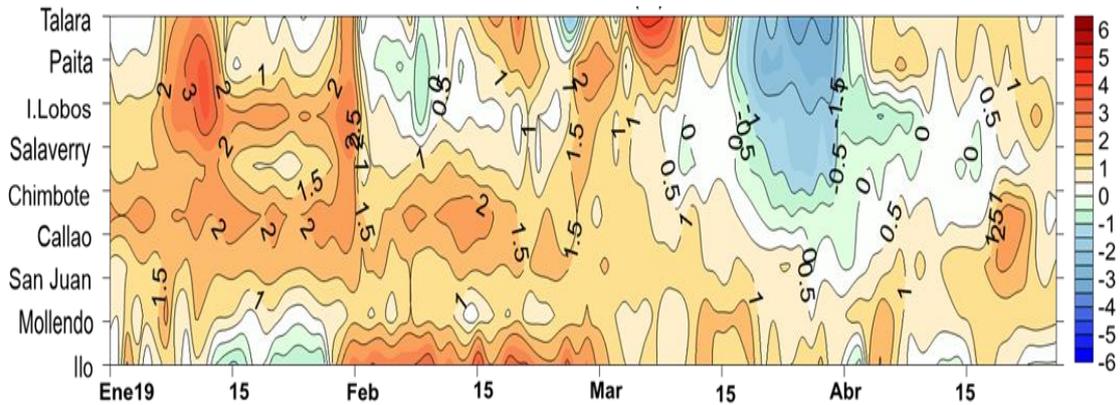


Figura 3.2.4.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el litoral de Perú. Desde enero hasta abril de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

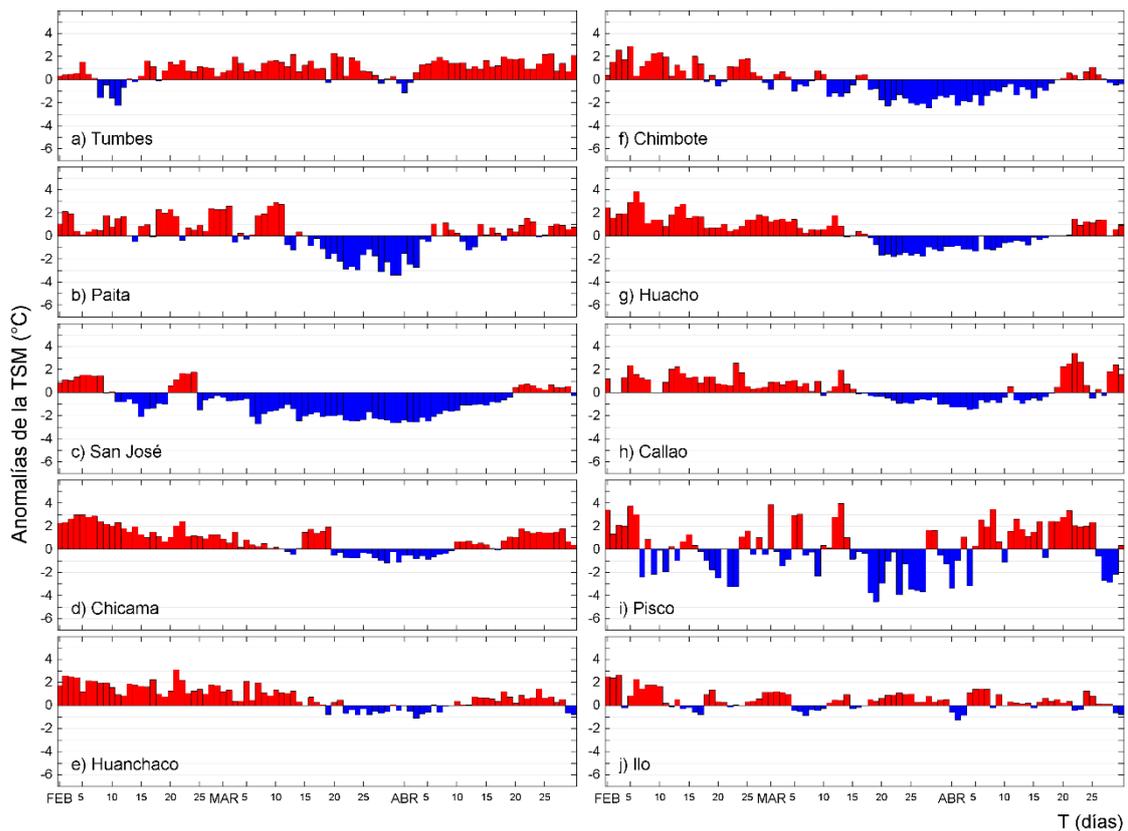


Figura 3.2.4.3. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras del IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

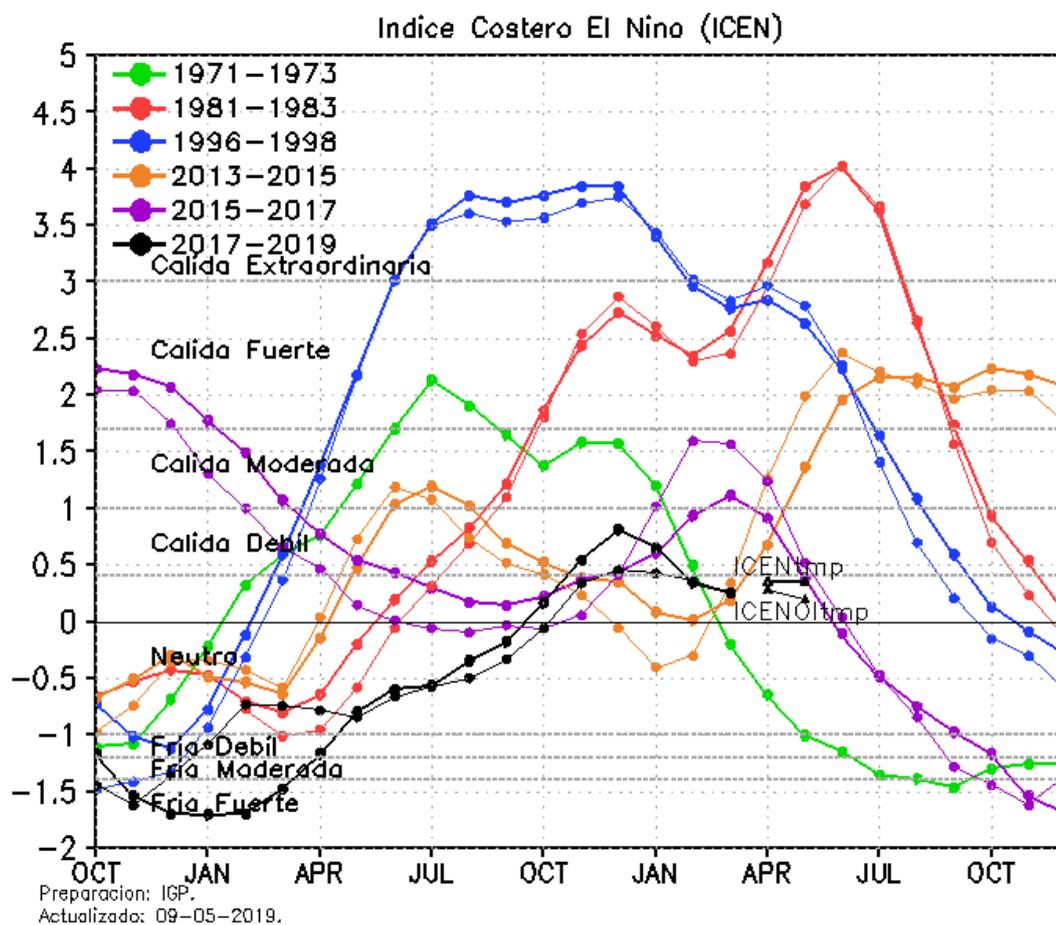


Figura 3.2.4.4 Variabilidad temporal ICEN para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2017-2019 (negro). Fuente: IGP

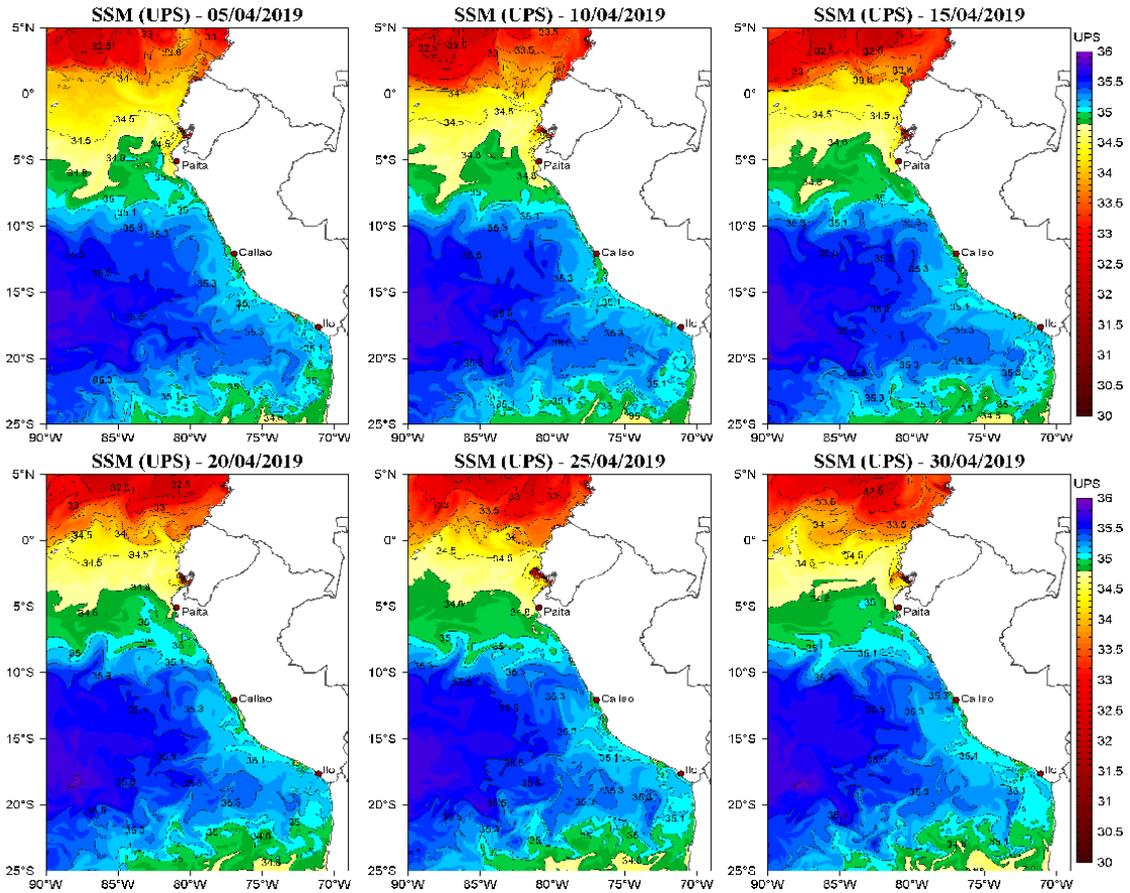


Figura 3.2.4.5. Distribución espacial de la salinidad superficial del mar (SSM), durante los días (de izquierda a derecha y de arriba abajo) 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de abril de 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

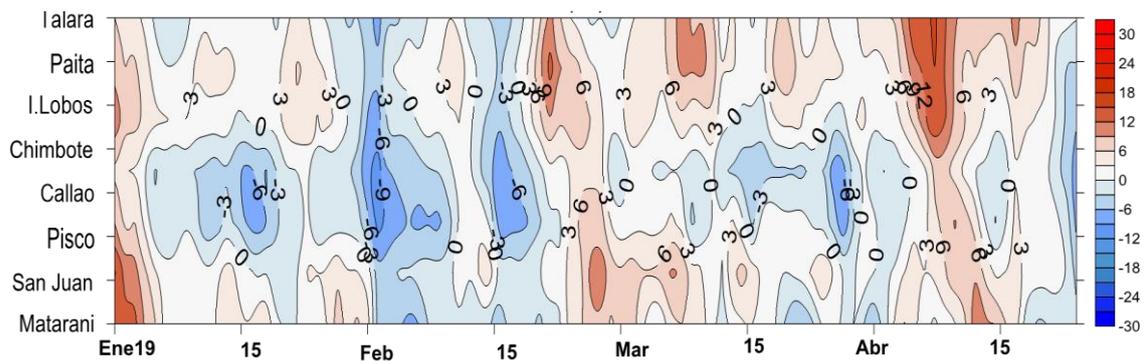


Figura 3.2.4.6. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar en el litoral de Perú. De enero a abril de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

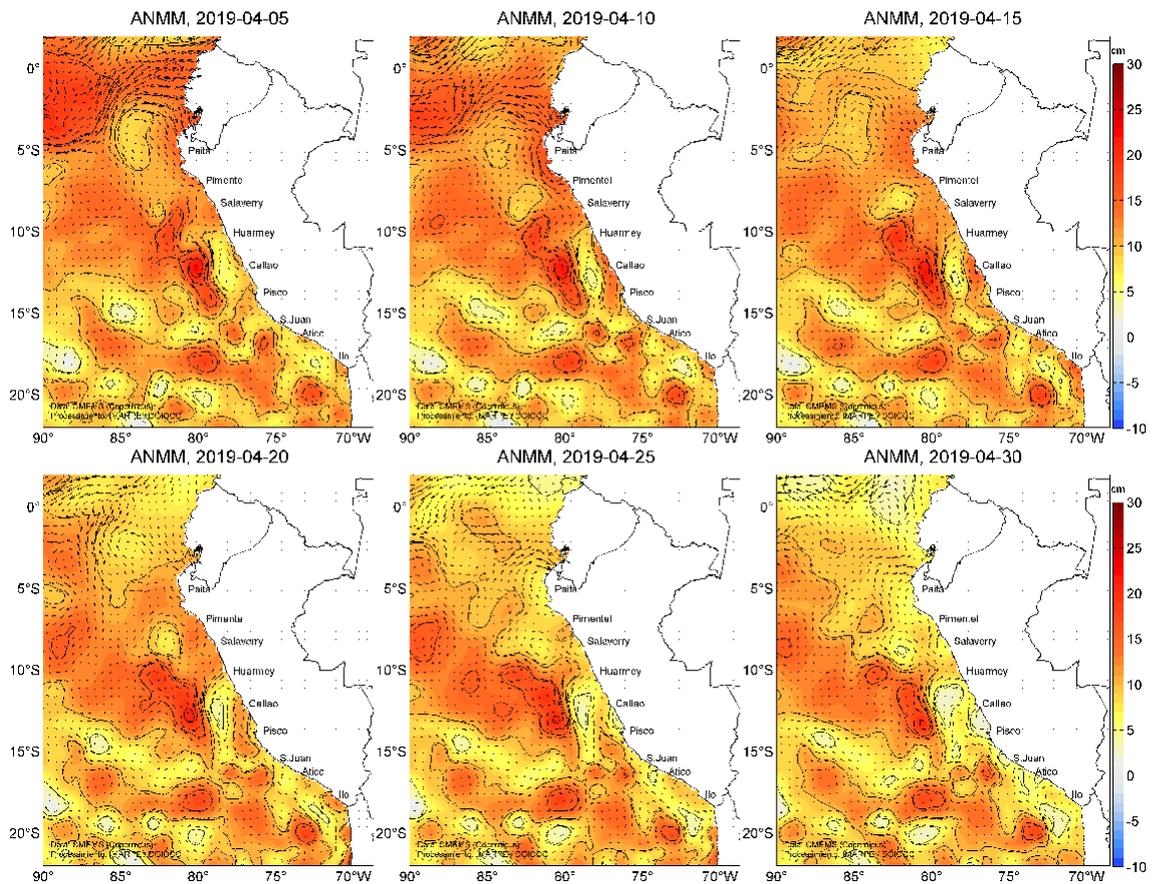


Figura 3.2.4.7. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de abril de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

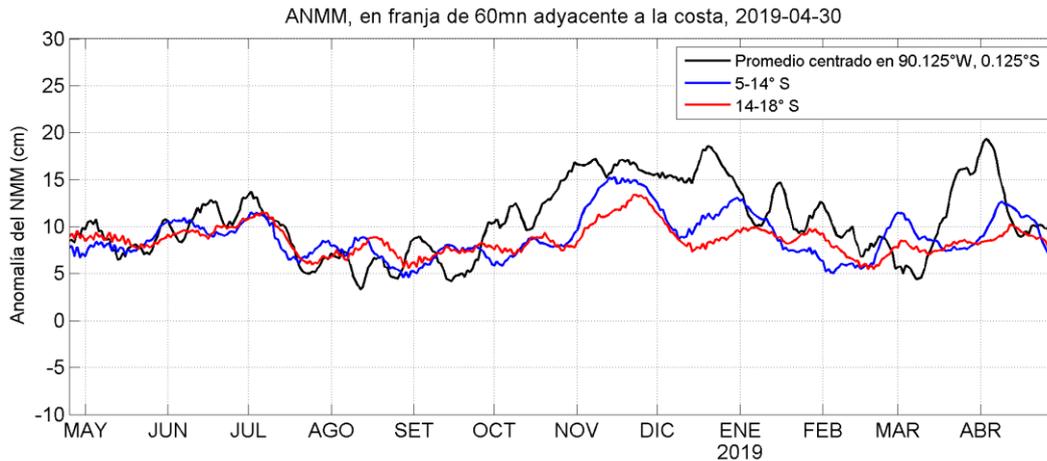


Figura 3.2.4.8. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de abril del 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

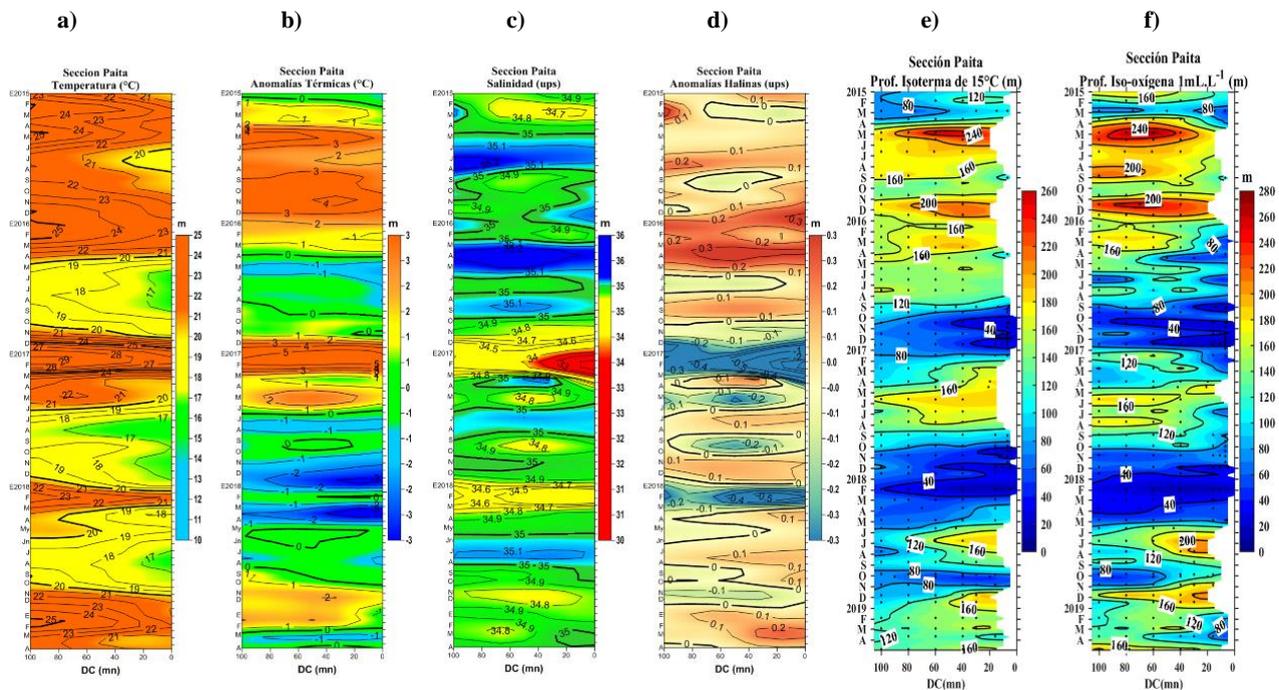


Figura 3.2.5.1. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) ASSM, e) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y f) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L<sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta abril del 2019

### SECCIÓN PAITA (26-27 abril del 2019)

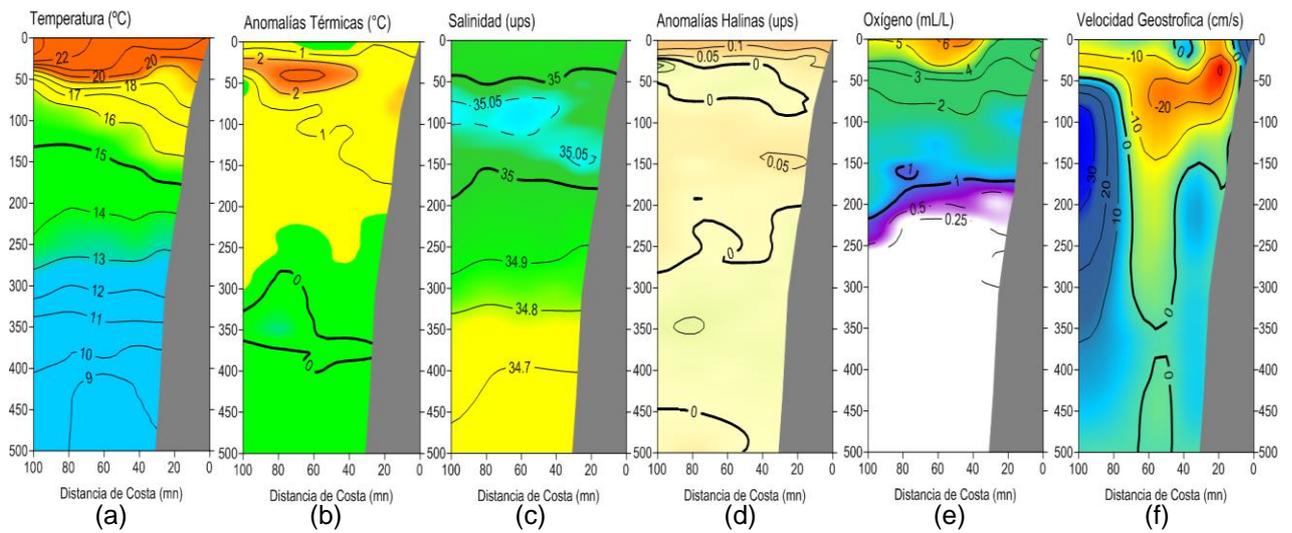


Figura 3.2.5.2. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L<sup>-1</sup>) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 26 y 27 de abril de 2019. Fuente: IMARPE.

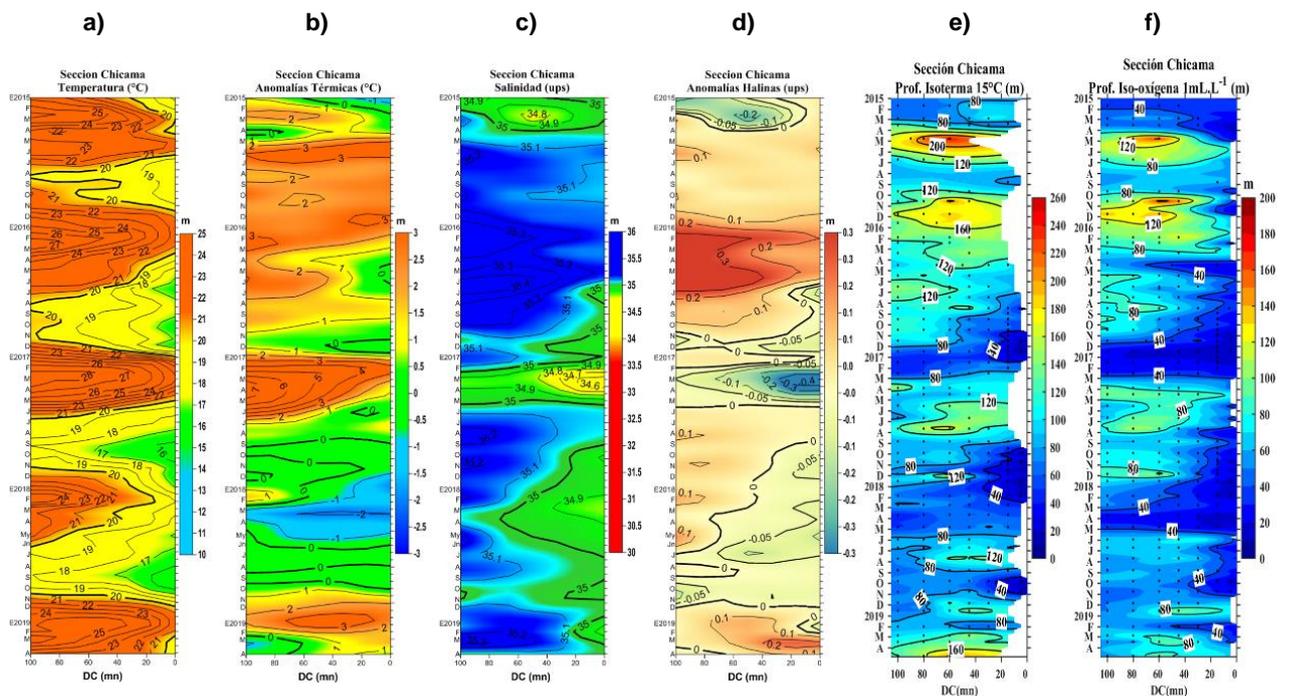


Figura 3.2.5.3. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) ASSM, e) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y f) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L<sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta abril del 2019

### SECCIÓN CHICAMA (23-24 abril 2019)

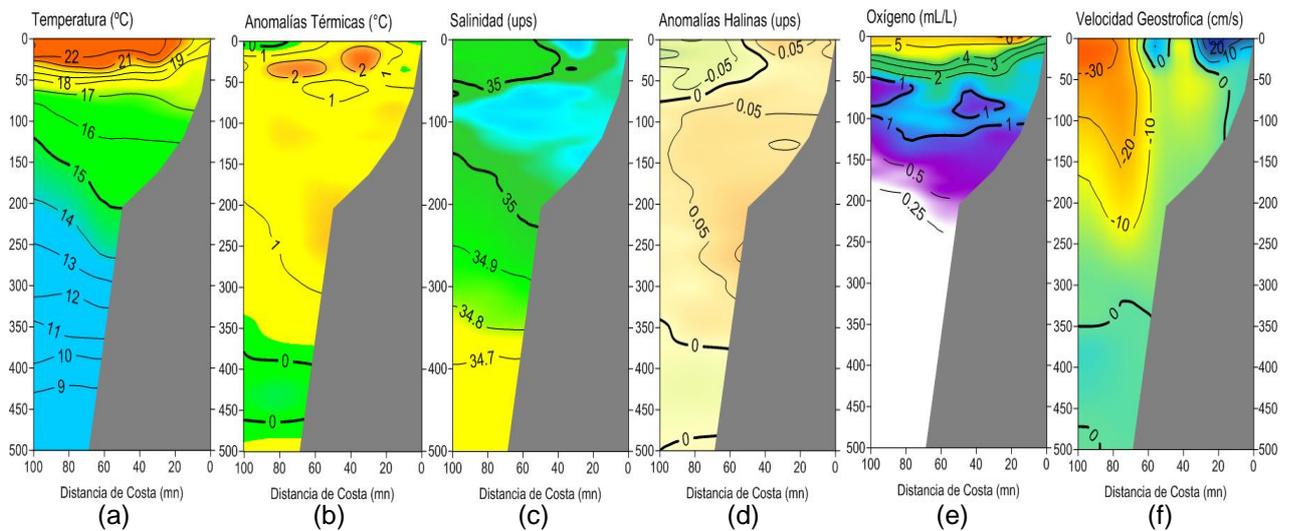


Figura 3.2.5.4. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L<sup>-1</sup>) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 23 y 24 de abril de 2019. Fuente: IMARPE.

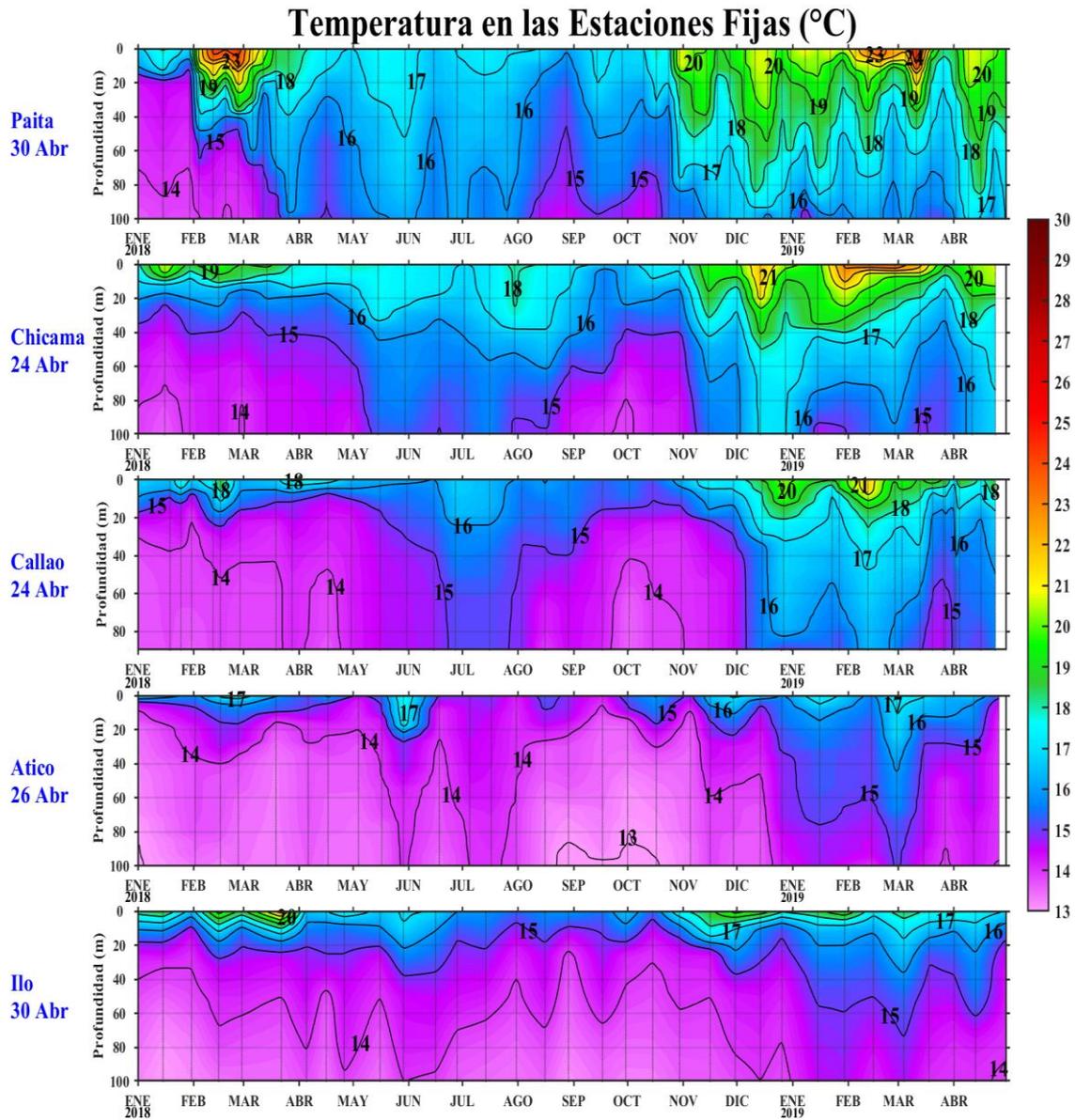


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo, de enero de 2018 a abril de 2019, de la estructura térmica vertical (°C) en las estaciones fijas de: Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

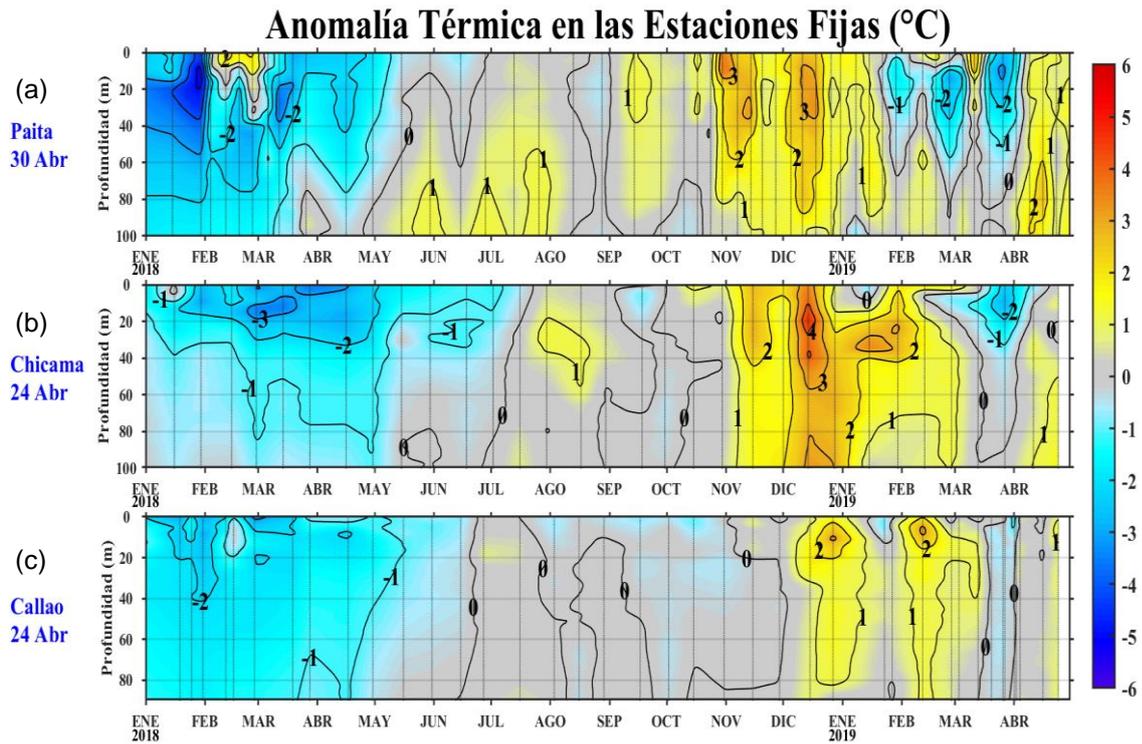


Figura 3.2.5.6. Series de tiempo, de enero de 2018 a abril de 2019, de la anomalía térmica vertical (°C) en las estaciones fijas de: Paita, Chicama y Callao.

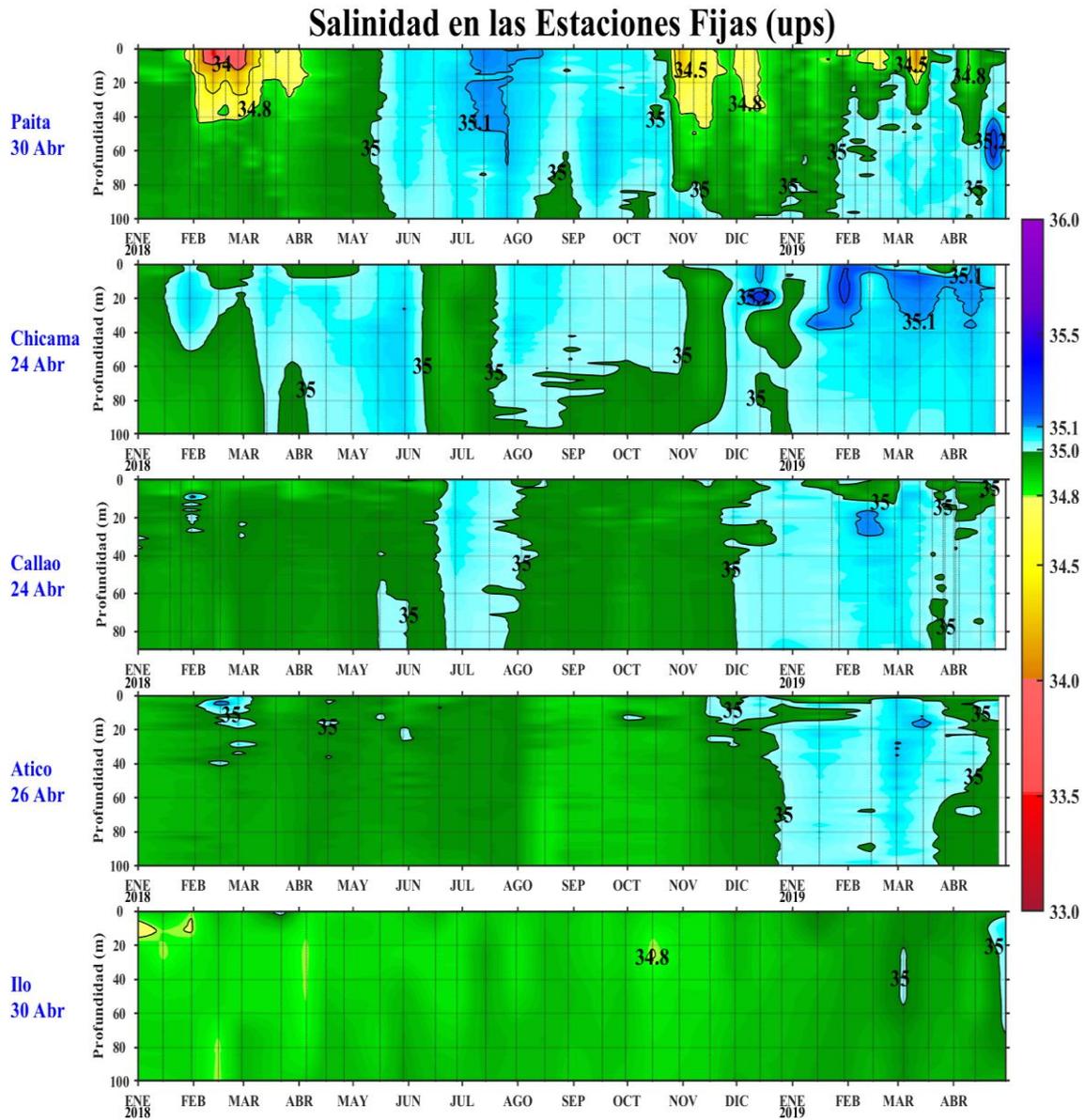


Figura 3.2.5.7. Series de tiempo, de enero de 2018 a abril de 2019, de la salinidad del agua de mar (ups) en los Puntos Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

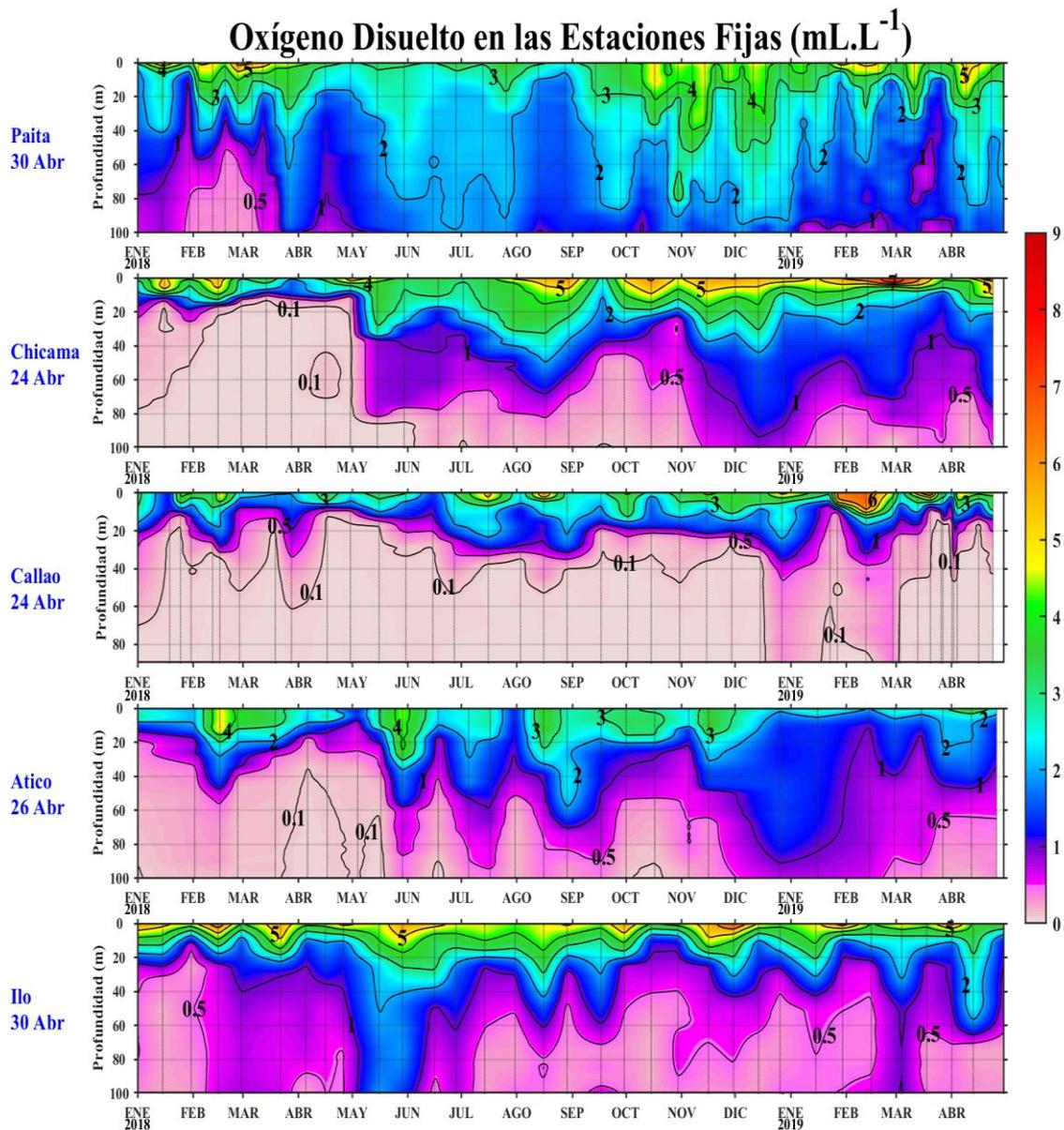


Figura 3.2.5.8. Series de tiempo, de enero de 2018 a abril de 2019, de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L-1) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

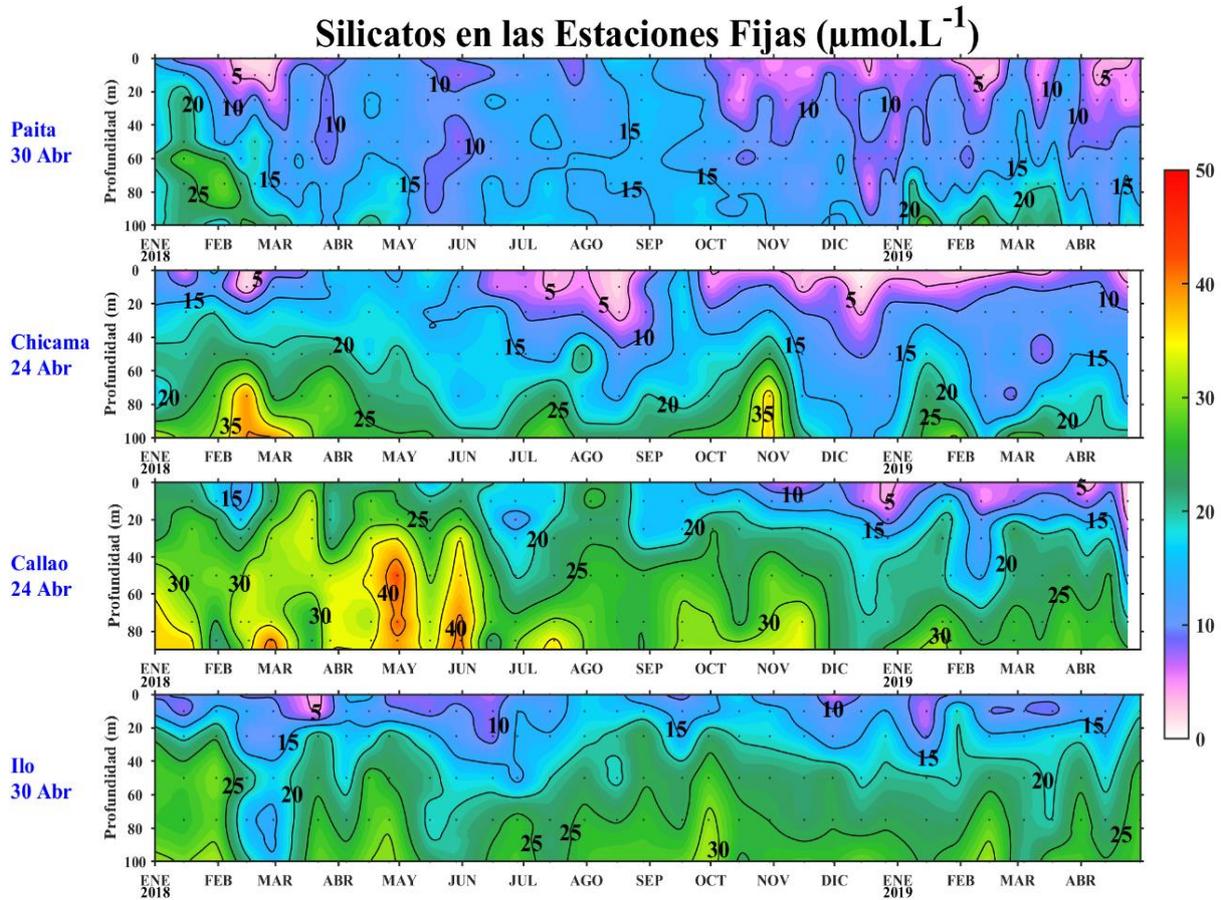


Figura 3.2.6.1. Concentración de silicatos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a abril 2019.

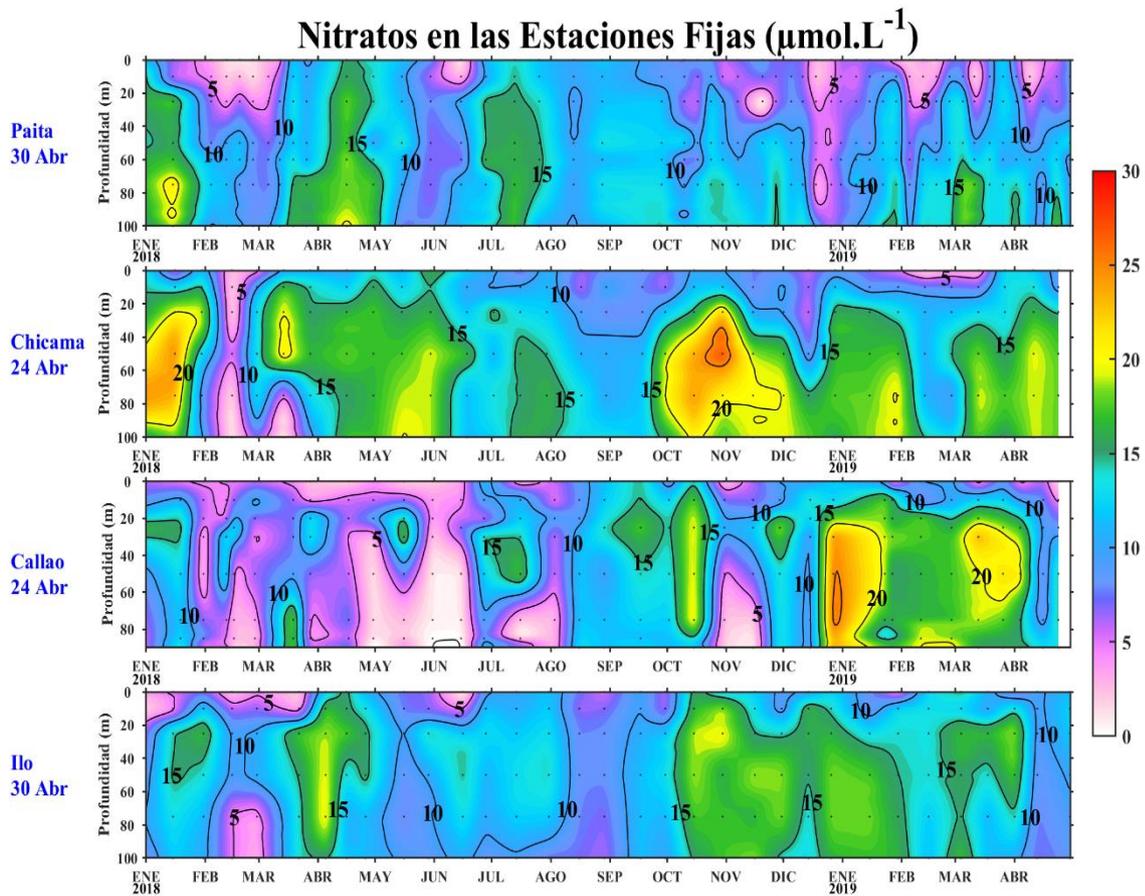


Figura 3.2.6.2. Concentración de nitratos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a abril 2019.

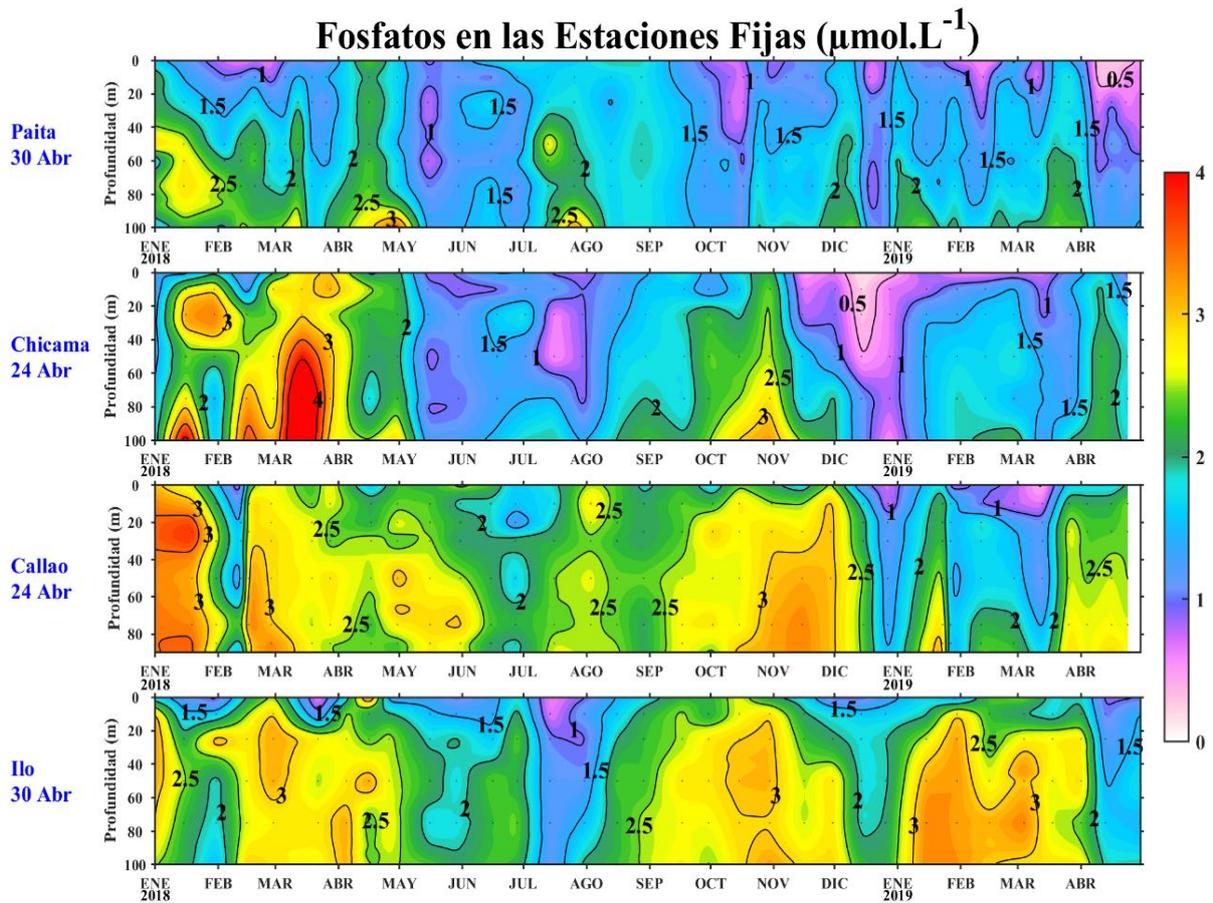


Figura 3.2.6.3. Concentración de fosfatos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en los puntos fijos Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a abril 2019.

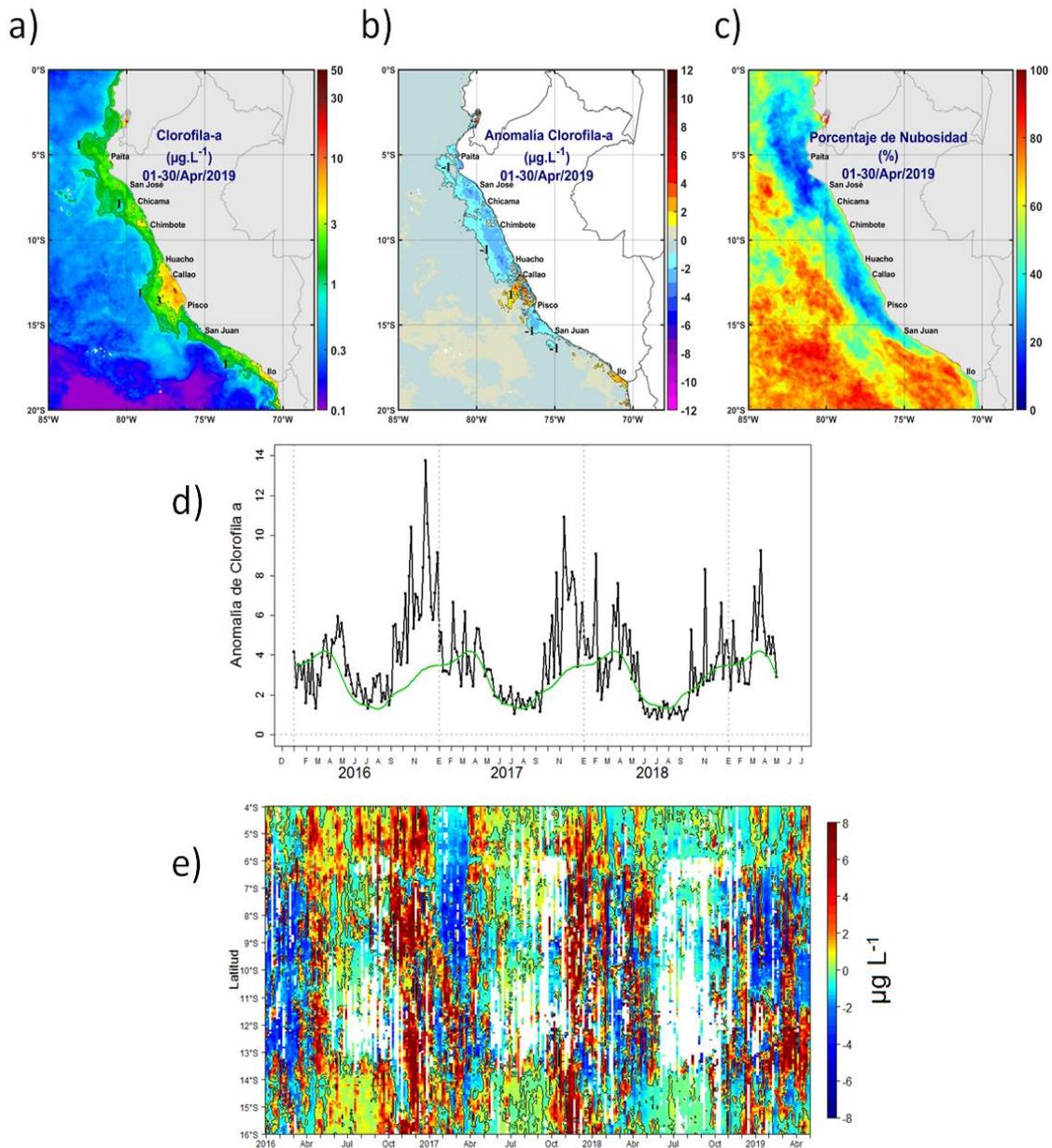


Figura 3.2.6.4. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de la clorofila-a obtenida del satélite MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante abril de 2019. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en  $\mu\text{g L}^{-1}$ ); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.

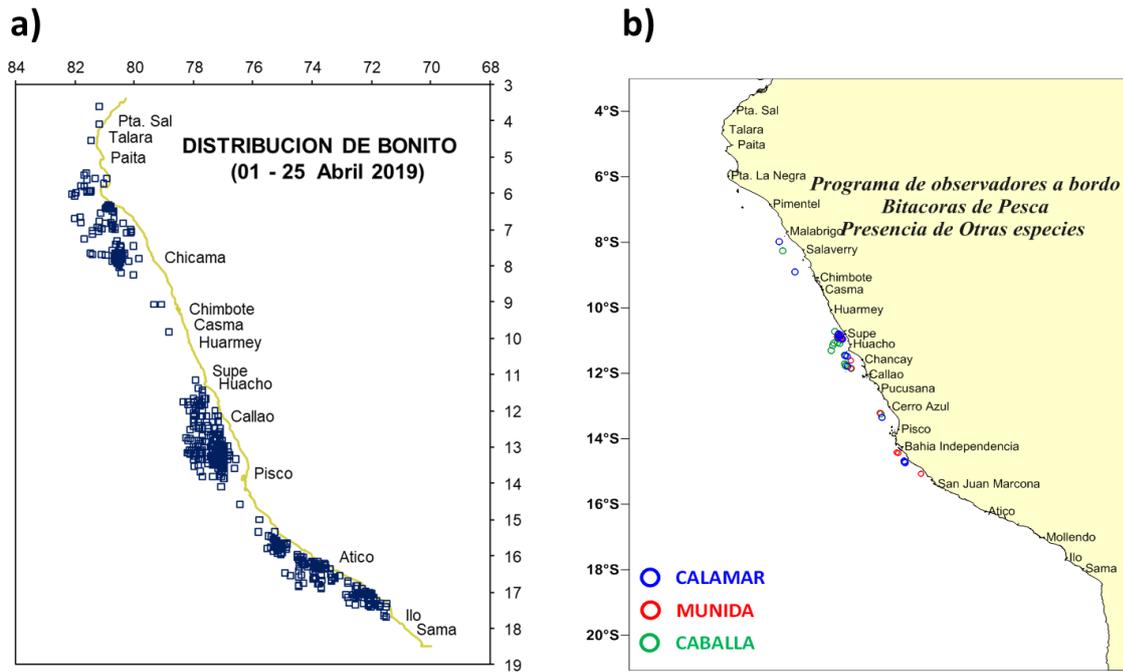


Figura 3.2.7.2. (a) Distribución espacial del recurso bonito durante abril de 2019 y (b) distribución de peces incidentales en la pesca de anchoveta durante el 28 y 30 de abril 2019 (b). Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.

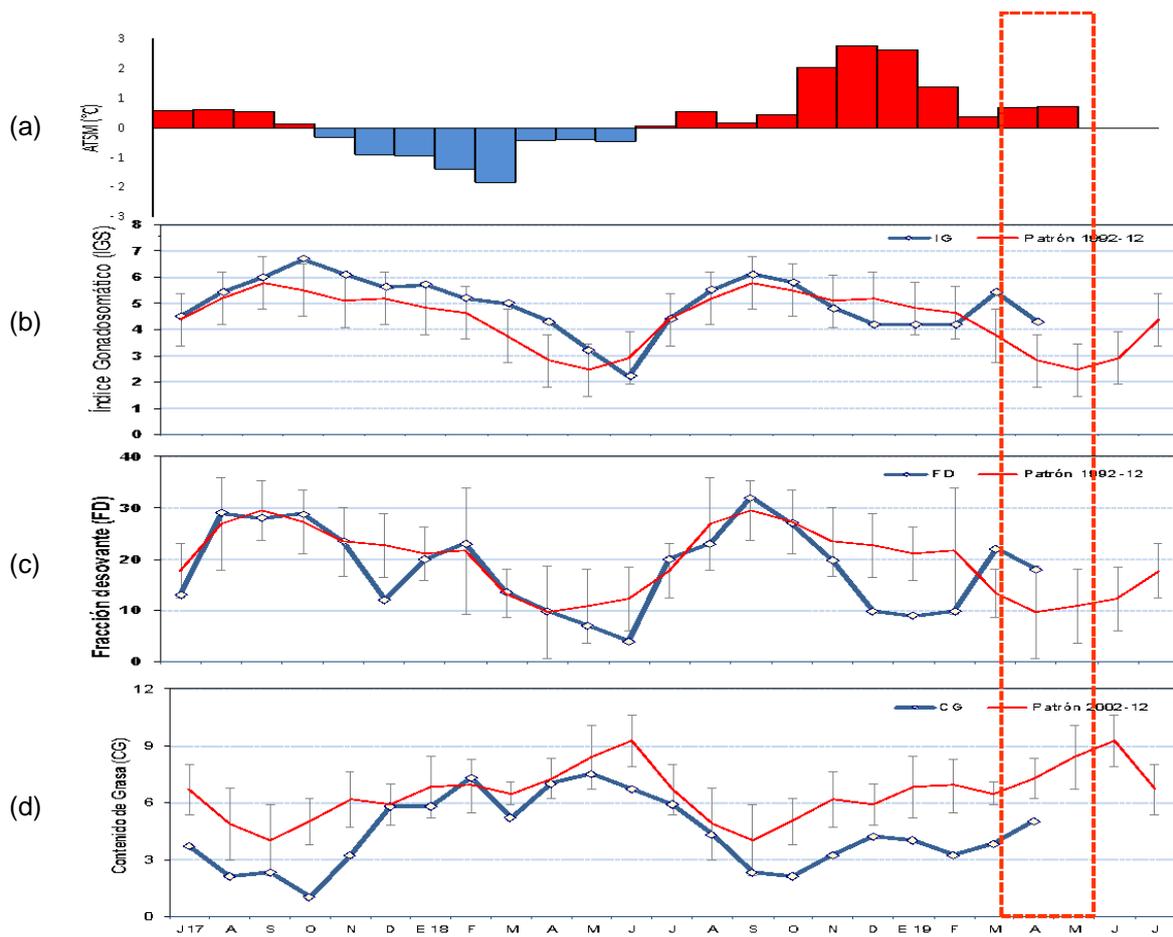


Figura 3.2.7.3 a) Anomalia de la TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ) en Chicama. Indicadores reproductivos: a) Índice Gonadosomático (IG), b) Fracción Desovante (FD) y c) contenido graso del stock norte – centro del recurso anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – abril 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

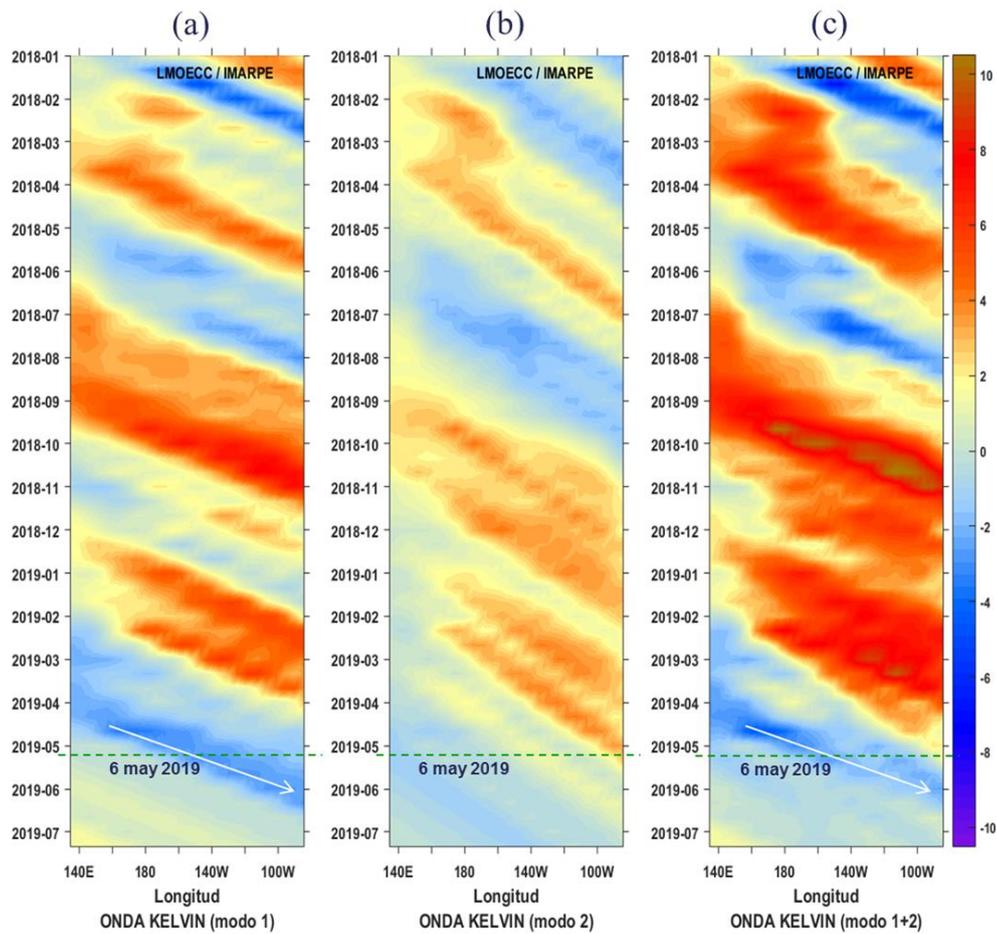


Figura 4.2.1. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento. Fuente: IMARPE.

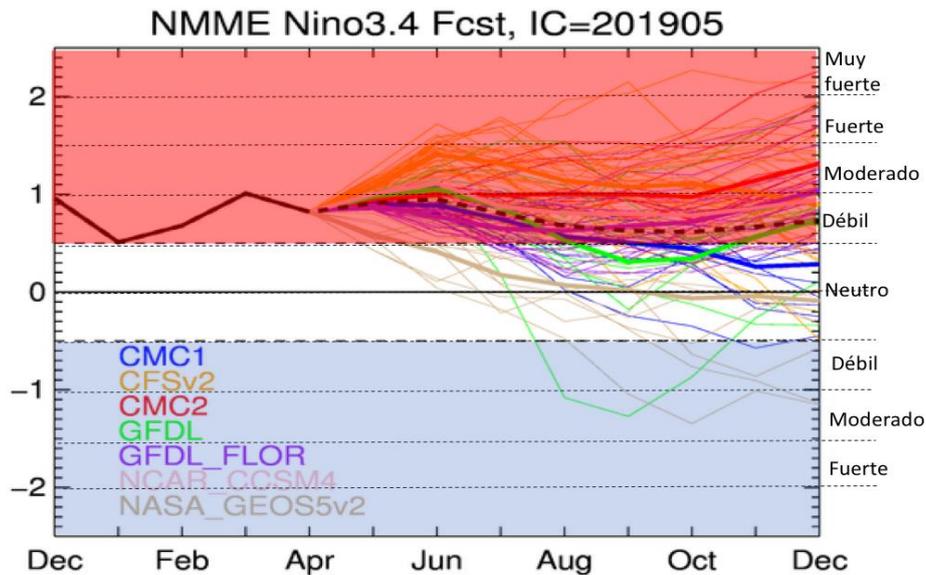


Figura 4.2.2. Índice Niño 3.4 mensual observado (línea negra continua) y pronosticado por los modelos de NMME. Los pronósticos de los modelos numéricos son indicados con líneas de distinto color mientras que el promedio de estos se grafica con una línea negra entrecortada. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

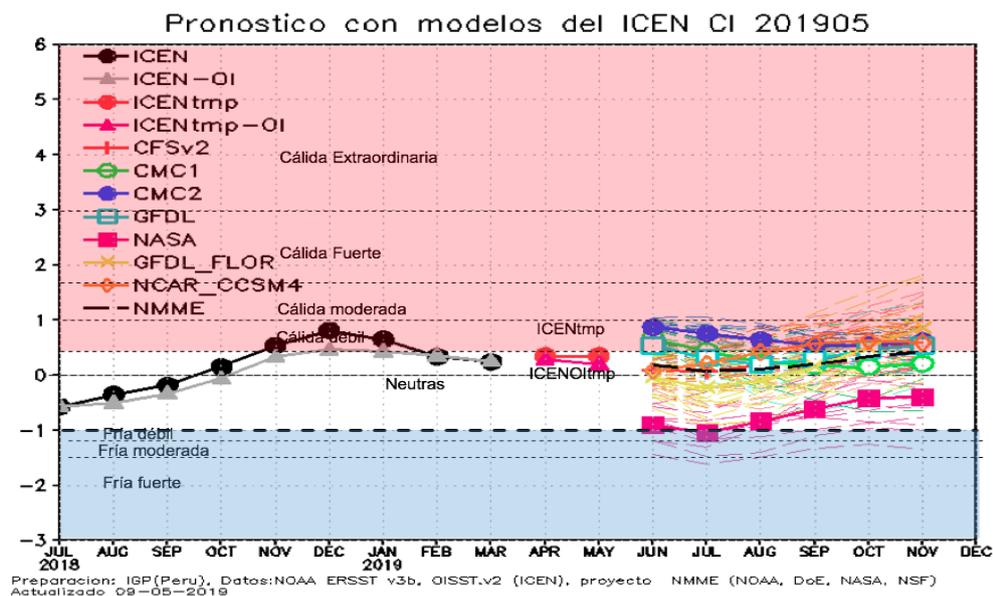


Figura 4.2.3. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos y triángulos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, línea roja con círculo y triángulo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de la TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL\_FLOR y NCAR\_CCISM4 tienen como condición inicial del mes de mayo de 2019. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME.

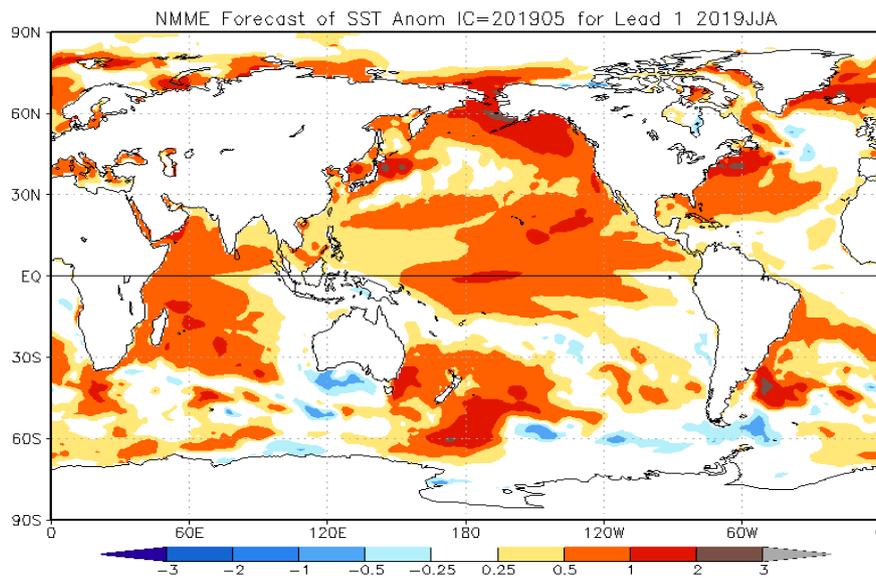


Figura 4.2.4. Pronóstico probabilístico de temperatura superficial del mar (calibrados) para junio-agosto del 2019 por el promedio de los modelos de NMME inicializados en mayo de 2019. Fuente: NMME

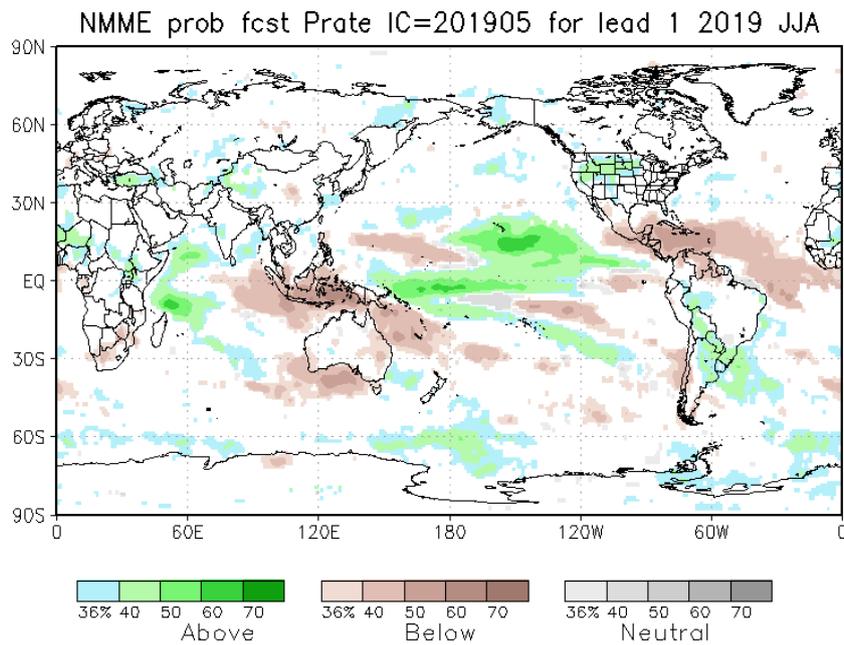


Figura 4.2.5 Pronóstico probabilístico de precipitación (calibrados) para el trimestre junio-agosto de 2019 por modelos de NMME, inicializado en abril de 2019. Fuente: NMME

Tabla 3.1.4.1. y Tabla 3.1.4.2. Valores del del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2018 a marzo de 2019, así como sus valores temporales para abril y mayo de 2019. Fuente IGP.

Valores del Índice Costero El Niño							ONI	
Mes	ICEN v3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICEN v5	Categoría	ONI	Categoría
07/2018	-0.57	Neutro	-0.57	Neutro	-0.44	Neutro	0.11	Neutro
08/2018	-0.35	Neutro	-0.5	Neutro	-0.28	Neutro	0.14	Neutro
09/2018	-0.18	Neutro	-0.33	Neutro	-0.11	Neutro	0.5	Neutro
10/2018	0.16	Neutro	-0.06	Neutro	0.23	Neutro	0.72	C. Débil
11/2018	0.54	C. Débil	0.34	Neutro	0.57	C. Débil	0.87	C. Débil
12/2018	0.81	C. Débil	0.46	C. Débil	0.89	C. Débil	0.83	C. Débil
01/2019	0.65	C. Débil	0.43	C. Débil	0.87	C. Débil	0.79	C. Débil
02/2019	0.34	Neutro	0.36	Neutro	0.59	C. Débil	0.84	C. Débil
03/2019	0.25	Neutro	0.26	Neutro	0.41	C. Débil	0.82	C. Débil
Mes	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
04/2019	0.35	Neutro	0.28	Neutro	0.32	Neutro	0.86	C. Débil
05/2019	0.35	Neutro	0.20	Neutro	0.32	Neutro	0.92	C. Débil

Tabla 3.2.4.2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y del nivel medio del mar (cm) en el periodo que va de enero a abril de 2019. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	ATSM 2019				ANMM 2019			
	Ene	Feb	Mar	Abr	Ene	Feb	Mar	Abr
Talara	1.0	0.5	0.2	0.8	1	0	4	7
Paíta	1.2	0.6	-0.3	0.9	2	3	5	5
Isla Lobos de Afuera	2.4	0.3	0.5	0.3	5	2	4	4
Salaverry	1.6	1.0	0.1	0.1	-	-	-	-
Chimbote	1.4	1.2	-0.2	0.2	-2	-1	-2	0
Callao	2.6	2.2	1.0	1.1	-2	-3	-3	-2
San Juan	1.1	1.2	1.0	1.1	4	1	4	-
Mollendo	0.9	0.9	1.1	1.2	4	-3	1	1
Ilo	0.2	2.6	1.3	0.3	-	-	-	-

Tabla 4.2.1. Pronóstico del ONI por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 3.4).

	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2		<b>1.09</b>	<b>1.27</b>	<b>1.27</b>	<b>1.14</b>	<b>1.07</b>	<b>1.04</b>	0.97
CMC1		0.86	0.86	0.74	0.61	0.51	0.40	0.33
CMC2		0.91	<b>1.07</b>	<b>1.03</b>	<b>1.03</b>	<b>1.02</b>	<b>1.07</b>	<b>1.18</b>
GFDL		<b>0.94</b>	<b>0.99</b>	<b>0.83</b>	0.57	0.39	0.41	0.56
NASA		0.57	0.37	0.20	0.07	-0.01	-0.04	-0.07
GFDL_FLOR		0.82	0.79	0.69	0.66	0.68	0.77	0.89
NCAR_CCSM4		0.97	<b>1.02</b>	0.95	0.84	0.81	0.82	0.87
NMME		0.88	0.91	0.82	0.70	0.64	0.64	0.68
ONItmp	0.85							

Tabla 4.2.2. Pronóstico del ICEN por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2)

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2		0.22	0.09	0.07	0.17	0.28	0.47	0.57
CMC1		0.72	0.67	0.44	0.25	0.17	0.15	0.21
CMC2		<b>0.77</b>	0.87	0.76	0.64	0.53	0.55	0.62
GFDL		0.66	0.54	<b>0.32</b>	<b>0.19</b>	<b>0.29</b>	0.47	0.54
NASA		-0.35	-0.91	-1.05	-0.84	-0.61	-0.41	-0.40
GFDL_FLOR		0.25	-0.03	-0.22	-0.09	0.15	0.52	0.86
NCAR_CCSM4		<b>0.17</b>	0.08	0.21	<b>0.42</b>	<b>0.57</b>	<b>0.62</b>	<b>0.59</b>
NMME		0.35	0.19	0.08	0.11	0.20	0.34	0.43
ICENtmp	0.35							