

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 5 N° 5

Mayo 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 Lícera

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 Alberto 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: Kobi Mosquera y 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) 2019.

Informe Técnico ENFEN. Año 5, N° 05, mayo de 2019, 59 p.

El Informe Técnico ENFEN de mayo 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.

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,

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).	27
.1.2.	a) Pronóstico a mediano plazo para OLR del modelo CFS. Los contornos indican actividad de ondas atmosféricas b) Anomalías decadarias de OLR para el mes de mayo de 2019. Datos: CFS y NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI	28
3.1.1.3.	Radiación de Onda Larga – OLR (W/m^2), desde el mes de enero de 2017 hasta mayo 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.	29
3.1.1.4.	Configuración atmosférica en niveles altos (300 - 200 hPa) para el mes de Mayo del 2019. a): Promedio del viento total (m/seg, vectores) y geopotencial (m/gp, 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/seg, 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.	30
3.1.1.5.	Configuración atmosférica en niveles bajos (1000 - 850 hPa) para el mes de Mayo del 2019. a): Promedio del viento total (m/seg, vectores) y geopotencial (m/gp, 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/seg, 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.	30
3.1.1.6.	Secciones verticales de la Circulación Atmosférica Ecuatorial (Walker) de este a oeste para el mes de Mayo 2019. (a), patrón promedio, (b) patrón climatológico y (c) patrón anómalo. Fuente: SPC/SENAMHI.	32
3.1.1.7.	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT. Elaboración: IGP.	33
3.1.1.8	a) Anomalía promedio de abril y mayo de 2019 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN. b) Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}C$) en las regiones Niño, de junio 2018 a mayo de 2019. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA.	34
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 otros colores indican el periodo de evolución de distintos eventos El Niño, en donde se resalta El Niño 1982/83, 1997/98 entre otros. Elaboración: IGP	35
3.1.2.1.	Diagramas longitud-profundidad de las anomalías de la temperatura del mar ($^{\circ}C$) en el océano Pacífico ecuatorial (promediados entre $2^{\circ}N$ y $2^{\circ}S$) para los días, de izquierda a derecha y de arriba abajo, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de mayo de 2019. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	36
3.1.2.2.	Diagrama longitud-tiempo de la profundidad de la isoterma de $20^{\circ}C$ (m) promediado entre $2^{\circ}N$ y $2^{\circ}S$, desde enero a mayo de 2019, tanto para su valor total (a) como para su anomalía (b). Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL	36
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 $2^{\circ}N$ y $2^{\circ}S$; y b) del contenido de calor en la región ecuatorial. Estas series de tiempo se obtuvieron usando datos de las boyas TAO entre $2^{\circ}N$ y $2^{\circ}S$. Elaboración: IGP.	37
3.1.2.4	Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para, de arriba a abajo, el 03, 13, 18, 23 y 28 de mayo de 2019. Las zonas resaltadas indican la extensión de las anomalías negativas en la región central oriental y costera de Perú. Climatología 1981 – 2010 Fuente. GODAS).	38
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.	39
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 $20^{\circ}C$ 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.	40
3.2.1.1.	Análisis de superficie para el mes de Mayo 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.	41
3.2.1.2	Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de mayo del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS (ASCAT disponible hasta el 03 de marzo del 2019 por lo cual la información fue completada con el producto del modelo GFS, previa validación de acuerdo con Correa et al. 2016). Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física	45

	Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/05/2019.	
3.2.1.3	Mapas de anomalía de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de mayo del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/05/2019.	46
3.2.1.4	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 09/06/2019.	42
3.2.1.5.	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 09/06/2019.	42
3.2.1.6	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 09/06/2019.	42
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	43
3.2.3.1	Anomalías termopluviométricas a nivel nacional para el mes de mayo 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.	44
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 junio 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	45
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 Rimac (panel inferior).	46
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.	48
3.2.4.2.	Diagrama Hovmöller de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el litoral de Perú. Desde febrero hasta mayo de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.	49
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.	49
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.	50
3.2.4.5	Distribución espacial de la salinidad superficial del mar (SSM), durante los días (de izquierda a derecha y de arriba a abajo) 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de mayo de 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.	51
3.2.4.6	Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), que fueron sustraídos a las figuras de la izquierda, respectivamente. Las unidades están centímetros.	57
3.2.4.7	Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar en el litoral de Perú. De febrero a mayo de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.	51
3.2.4.8	Anomalía de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas cada cinco días para el mes de mayo de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.	52
3.2.4.9	Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 31 de mayo de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.	53
3.2.5.1	Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L ⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paíta, registrado desde enero de 2015 hasta mayo de 2019	53
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 ⁻¹) y f) velocidad geostrófica (cm/s) frente a Paíta, realizada durante el 30 y 31 de mayo de 2019. Fuente: IMARPE.	54
3.2.5.3	Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L ⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta mayo del 2019	54
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 ⁻¹) y f) Velocidad geostrófica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 29 de mayo de 2019. Fuente: IMARPE.	55

3.2.5.5	Series de tiempo, de enero de 2018 a mayo de 2019, de la estructura térmica vertical (°C) en las estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	56
3.2.5.6	Series de tiempo, de enero de 2018 a mayo de 2019, de la anomalía térmica vertical (°C) en las estaciones fijas de: Paita, Chicama y Callao.	57
3.2.5.7	Series de tiempo, de enero de 2018 a mayo de 2019, de la salinidad del agua de mar (ups) en los Puntos Fijos de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	58
3.2.5.8	Series de tiempo, de enero de 2018 a mayo de 2019, de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L ⁻¹) en las estaciones fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	59
3.2.5.9	(Izquierda) Perfiles verticales de anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. (Derecha) Trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días, en donde el círculo abierto indica la última posición del flotador.	66
3.2.6.1.	Concentración de silicatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos, de arriba a abajo, Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a mayo 2019.	60
3.2.6.2	Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos, de arriba a abajo, Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a mayo 2019.	61
3.2.6.3	Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en los puntos fijos, de arriba a abajo, Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a mayo 2019.	62
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 mayo 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.	63
3.2.7.2	(a) Distribución espacial del recurso caballa durante el 28 de abril al 5 de mayo de 2019 y (b) distribución de munida durante el mismo periodo (b). Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.	64
3.2.7.3	a) Anomalía de la TSM (°C) en Chicama. Indicadores reproductivos: b) Índice Gonadosomático (IGS), c) Fracción Desovante (FD) y d) contenido graso del stock norte – centro del recurso anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – mayo 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	65
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.	66
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.	67
4.2.3	Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos y triángulos llenos) y su valor temporal (ICEN _{tmp} , 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 junio de 2019. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME.	67
4.2.4	Pronóstico probabilístico de la temperatura superficial del mar (calibrados) para julio-setiembre de 2019 de los modelos de NMME inicializados en mayo de 2019. Fuente: NMME	68
4.2.5	Pronóstico probabilístico de precipitación (calibrados) para el trimestre julio-setiembre de 2019 por modelos de NMME, inicializado en junio de 2019. Fuente: NMME	68

Tablas

Tabla 3.1.4.1	Valores del del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2018 a abril de 2019, así como sus valores temporales para mayo y junio de 2019. Fuente IGP.	69
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 febrero a mayo de 2019. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	70
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).	71
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)	71

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

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN	10
2. DATOS.....	10
2.1. Variables.....	10
2.2. Índices.....	10
2.3. Modelo de Pronóstico	10
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN MAYO	13
3.1. Condiciones a Macroescala.....	13
3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial.....	13
3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial.....	15
3.2. Condiciones a Escala Regional.....	15
3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental.....	15
3.2.2 Temperatura del Aire.....	16
3.2.3 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico	16
3.2.4 Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar.....	17
3.2.5 Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.....	18
3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana	20
3.2.7 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos	22
4. PRONÓSTICO	23
4.1. A corto plazo (semanas)	23
4.2. A mediano plazo (3 semanas)	23
4.3. A largo plazo (más de 3 meses).....	23
5. CONCLUSIONES.....	24
6. FIGURAS.....	27

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 mayo de 2019.

En el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4); según el Índice Oceánico el Niño (ONI, por sus siglas en inglés), se mantienen las condiciones El Niño de magnitud débil. Las señales de convección en la región occidental, asociadas a la presencia de este evento, se mostraron ligeramente reducidas en comparación al mes anterior. En relación al campo de los vientos, en la región occidental se observaron anomalías zonales del oeste, mientras que en la zona central y oriental estos presentaron una tendencia a su normalización. A nivel subsuperficial, la onda Kelvin fría, observada en la profundidad de la termoclina, disminuyó en intensidad al acercarse a la costa de Sudamérica durante el mes de mayo. Una nueva onda Kelvin cálida fue forzada por un pulso de viento del oeste en la región occidental, y actualmente se ubica entre 160 °W y 140 °W, la cual no es intensa.

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 0,2 °C. Como consecuencia de esto, el Índice Costero El Niño (ICEN) de abril tiene una condición neutra, mientras que el estimado para mayo mantendría la misma condición. Por otro lado, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), estuvo, en promedio, anómalamente intenso al noreste de su posición habitual, manteniendo una intensificación de los vientos costeros y por ende el afloramiento de aguas costeras, principalmente en la región norte y sur.

La temperatura superficial del mar del Perú en el litoral mostró en promedio condiciones ligeramente cálidas a lo largo del mes de mayo, con una persistencia de anomalías negativas en Talara a lo largo del mes. El nivel medio del mar mostró anomalías negativas a lo largo de todo el litoral durante la última semana del mes con valores mínimos alcanzados entre Chimbote y Pisco, lo que estaría asociado a la llegada de la onda Kelvin fría. Las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao mostraron una somerización de las isoterms como reacción a la llegada de la onda fría y al afloramiento de aguas frías por la intensificación del viento costero.

La concentración de la clorofila-a en la capa superficial presentó un comportamiento acorde al patrón histórico, con anomalías positivas en amplias zonas principalmente entre Chicama y Chimbote, San Juan y al sur de Atico. En la columna de agua, se encontró altas concentraciones sobre los 20 m de profundidad frente a Paita y Chicama. Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana, del stock norte-centro, mostraron la disminución de la actividad desovante acorde a su patrón histórico. Asimismo, las especies oceánicas como el bonito permanecen dentro de las 50 millas a lo largo de la costa.

Perspectiva

Frente a la costa peruana se mantiene el Estado de Alerta de El Niño en No Activo, debido a que continúan las condiciones entre neutras a ligeramente frías en la temperatura superficial del mar frente a la costa peruana y se espera que éstas persistan hasta durante el 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 en los próximos meses, sin embargo, estas condiciones no generarían precipitaciones debido a 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 para el Estudio del Fenómeno de El Niño (ENFEN) mantiene el monitoreo constante y predicciones del desarrollo de 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 físicas utilizadas en este documento están clasificadas en tres tipos: atmosféricas, oceanográficas e hidrológicas, las cuales se pueden ver en la Tabla 2.1.1.

2.2. Índices

Oficialmente se cuenta con el Índice Costero El Niño (ICEN), con el cual se categoriza las condiciones climáticas frente a la costa peruana 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 de pronóstico 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		
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																									
	Temperatura del Aire		X																					SENAMHI	
	Precipitación	X																						SENAMHI	
	Precipitación Estimada										X													SENAMHI/IGP	
	Radiación de Onda Larga											X												IGP	
	Presión Atmosférica													X											SENAMHI
	Vientos													X											SENAMHI
														X										IGP/ IMARPE	
																X								DHN	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																									
Físicas	Temperatura del Mar		X				X	X								X		X						DHN	
						X	X																		IMARPE
								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
VARIABLES HIDROLÓGICAS																									
	Caudal de ríos																								ANA/SENAMHI
	Capacidad Hidráulica de reservorios																								ANA

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN MAYO

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 mayo continúa mostrando valores negativos, asociado a condiciones favorables a El Niño en el Océano Pacífico ecuatorial (OPE). Sin embargo, durante este último periodo estaría mostrando una tendencia a su normalización. El índice de Oscilación del Sur (IOS) también presentó las mismas condiciones pero con menor intensidad (valores cercanos a 0) que el IOSeq (Figura 3.1.1.1).

La señal de las ondas ecuatoriales atmosféricas se localizó alrededor de 180° , aunque con menor intensidad comparada al mes anterior. La oscilación Madden Julian (MOJ, por sus siglas en inglés) se mostró favorable al desarrollo de las condiciones cálidas del océano sobre la región central – occidental, principalmente hasta la quincena del mes, para luego observarse una contribución desfavorable, es decir emergiendo nuevamente sobre el Pacífico pero con una fase convergente dominante, esto desfavoreció la actividad convectiva alrededor de la línea de cambio de fecha (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), en promedio, se observó la predominancia de flujos zonales anómalos del este localizados al oeste de 180° , los cuales también alcanzaron débilmente la región central y oriental, estos estuvieron asociados a una circulación anticiclónica anómala.

En particular, sobre el norte de Perú predominó el flujo de viento del este, el cual se caracterizó por la interacción de una dorsal anómala ubicada sobre el Perú y la Corriente en Chorro ecuatorial anómalamente intensa, extendido zonalmente al norte de Sudamérica y al norte del Océano Atlántico. Hacia el sur del país, la Corriente en Chorro Subtropical se mostró más intensa de lo normal, predominando vientos zonales anómalos del oeste sobre esta región.

En niveles bajos de la atmósfera (Figura 3.1.1.5), en promedio, los vientos alisios a lo largo de la línea ecuatorial se mostraron dentro de lo normal, mostrándose más débiles alrededor de la línea de cambio de fecha, con inversiones del viento zonal entre 130° y 150° E. Por otro lado, en la región occidental del Pacífico, al igual que frente a las costas de Ecuador y Colombia, se observó la predominancia de anomalías de vientos zonales del oeste. Por otro lado, alrededor del meridiano de 90° W, los vientos alisios del sureste se mostraron sobre su normal en relación con la dinámica del Anticiclón del Pacífico sureste. Hacia el Atlántico ecuatorial, los vientos alisios se mostraron intensos al norte de Brasil, los cuales incursionaron hacia la cuenca del Amazonas.

Durante el presente otoño 2019, las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) y la convección anómala alrededor de la línea de cambio de fecha mantienen condiciones próximas a niveles El Niño. No obstante, la intensidad del patrón convectivo disminuyó respecto al mes anterior hacia la última semana del mes, observándose la reactivación de la MJO. Cabe señalar que la señal de baja frecuencia asociada a los ascensos anómalos del Pacífico ecuatorial se ha reducido, predominando desde mediados de abril la OMJ sobre la región del Índico. Ello, en consecuencia, moduló la intensidad de los vientos anómalos en niveles altos y bajos de la atmósfera, caracterizando un patrón de estes (oestes) en la parte alta (baja) de la tropósfera sobre la región occidental del Pacífico.

Asimismo, sobre el norte de Sudamérica y el Océano Atlántico predominaron descensos anómalamente intensos respecto al mes anterior (Figura 3.1.1.6).

El esfuerzo del viento zonal en el Pacífico ecuatorial, según los datos de WINDSAT, en la primera semana de mayo, fue anómalamente positivo en el Pacífico oeste (125 °E-160 °E). Por otro lado, al este de 180° y en la primera semana de junio, se observó un pulso de viento negativo (Figura 3.1.1.7).

En relación al océano, en el Pacífico ecuatorial la anomalía positiva de la TSM disminuyó con respecto al mes de abril en promedio, presentando la mayor variación en el extremo oriental donde núcleos anómalos de +2 °C, ubicados previamente al este de 100 °W, se vieron en menor extensión al oeste del mismo meridiano, habiéndose desplazado con respecto al mes de abril (Figura 3.1.1.8 a).

En la franja ecuatorial, la anomalía de la TSM fue del orden de 0,4 °C a 0,8 °C en las regiones Niño 3 y Niño 3.4, mientras que en la región Niño 4 los valores oscilaron entre 1,1 °C y 0,7 °C. Por otro lado, en la región el Niño 1+2 la anomalía de la TSM estuvo entre -0,3 °C y 0,6 °C (Figura 3.1.1.8 b).

El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4), desde enero hasta abril de 2019 se mantiene en 0,8; indicando la continuidad de condiciones cálidas débiles (Tabla 3.1.4.1).

3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON de la región central-oriental muestran, en la primera semana del mes, aguas cálidas anómalas hasta los 100 m de profundidad, con valores de hasta 3 °C al este de 140 °W, continuando las condiciones del mes de abril. De igual modo, por debajo de la columna de agua cálida se observó anomalías negativas propagándose hacia el este a lo largo del mes de mayo, acercándose a la superficie y reduciendo su intensidad durante la última pentada del mes (Figura 3.1.2.1).

Además, los datos de las boyas muestran que, durante la última semana del mes, la isoterma de 20 °C se habría profundizado en la región oriental al oeste de 100 °W, presentando a su vez una elevación sostenida a lo largo de mayo que estaría más confinada en la región occidental en comparación al mes de abril; manteniendo así una termoclina ligeramente más inclinada que su valor estacional (Figura 3.1.2.2 y Figura 3.1.2.3. a). La propagación observada de anomalías negativas en el mes de abril fue suprimida por las condiciones cálidas en la región oriental, restaurando el contenido de calor a sus condiciones normales y deteniendo su tendencia negativa iniciada en marzo (Figura 3.1.2.3 b)

El nivel del mar en el Pacífico ecuatorial occidental y central mantuvo, en promedio, condiciones neutras, mientras que la región oriental mostró una disminución de su nivel normal hasta en 10 cm con núcleos concentrados en el meridiano 100 °W y a lo largo de la costa Sudamericana. (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 la propagación de una nueva onda Kelvin cálida de baja intensidad la cual se encuentra entre 160 °W y 140 °C. Asimismo, en la profundidad de la termoclina se observa la presencia de pulso negativo que podría estar asociado al comienzo de una onda Kelvin fría.

3.2. Condiciones a Escala Regional

3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental

El campo de presiones en el Pacífico ecuatorial (Figura 3.2.1.1) muestra valores de anomalías alrededor de su patrón climático mensual con excepción de la región occidental, el cual se asoció con la subsidencia anómala. En latitudes subtropicales, se observó el predominio de altas presiones anómalas en el hemisferio sur. En particular, la aproximación del Anticiclón del Pacífico Sureste mantuvo un patrón cuasimeridional con mayor frecuencia de su centro de alta presión al suroeste de su posición climática. De esto último, la intensificación de la presión al noreste de su posición promovió la intensificación episódica de los vientos alisios del sureste, principalmente frente al norte de la costa del Perú.

El viento frente a la costa peruana mantuvo velocidades de 3,0 ms⁻¹ a 7,0 ms⁻¹ durante todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre 4,0 ms⁻¹ y 8,0 ms⁻¹, con máximos valores entre los días 06 y 10, para luego disminuir ligeramente hasta fines del mes (Figura 3.2.1.2).

Entre Paita y Pisco se mantuvieron las anomalías positivas de velocidad de viento durante casi todo el mes, mientras fuera de esta región se observaron fluctuaciones entre anomalías positivas y negativas. Durante la última semana a lo largo de la costa peruana las anomalías estuvieron próximas a cero, mientras que fuera de la costa se presentaron anomalías negativas con valores de $-4,0 \text{ ms}^{-1}$ (Figura 3.2.1.3).

A lo largo de la franja costera de 40 km se presentaron vientos con velocidades entre $3,0 \text{ ms}^{-1}$ y $7,0 \text{ ms}^{-1}$ (Figura 3.2.1.4), con ligeras anomalías entre $-1,0$ y $1,0 \text{ m s}^{-1}$ a lo largo de casi toda la costa, con excepción de Pisco, donde la anomalía positiva se mantuvo en las tres primeras semanas ($\sim 2,0 \text{ m s}^{-1}$), disminuyendo durante la última semana (Figura 3.2.1.5). El viento costero continuó mostrando su patrón normal de dirección al sur de Paita, mientras que al norte de Paita las anomalías de viento fueron del norte.

Según la información del esfuerzo de viento sobre la superficie, el afloramiento costero persistió en la mayor parte del mes entre Talara y San Juan. El índice de afloramiento costero (IAC) aumentó respecto al mes anterior frente a Talara y Paita, de $300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ a más de $450 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$. Al sur de los 5°S durante todo el mes, el IAC se mantuvo inferior a $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$. Frente a Pisco y San Juan el IAC exhibió una ligera intensificación en la segunda y tercera semana (Figura 3.2.1.6).

3.2.2. Temperatura del Aire

Por otro lado, en la región costera del país, las temperaturas extremas del aire durante mayo mantuvieron una tendencia positiva sobre sus valores normales, principalmente durante la primera semana. Este incremento anómalo se observó con mayor intensidad en las temperaturas diurnas a lo largo de la costa, siendo las estaciones Huarmey y Callao las que presentaron los valores más altos (Figura 3.2.2.1.a). Asimismo, respecto a las temperaturas mínimas a lo largo de costa peruana (Figura 3.2.2.1.b), el límite norte de la Lima (Estación Huarmey) mantuvo anomalías positivas más altas que el mes anterior. Cabe mencionar que, hacia la región norte, en promedio, hacia la última quincena del mes se observó un vuelco a la normalización de las temperaturas extremas del aire, en comparación a la primera quincena.

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

En el mes de mayo (Figura 3.2.3.1), en general, en la región andina se registraron deficiencias de lluvias, a excepción de Cajamarca, La Libertad y Puno que presentaron condiciones de normal a superior. Los ríos de la costa mostraron un comportamiento descendente, al igual que los ríos de la región Hidrográfica Titicaca y Amazonas, lo cual es un comportamiento propio del periodo de transición a la época de estiaje.

En la costa norte, en promedio, mostraron caudales inferiores a su media histórica (ríos Tumbes y Piura); sin embargo, en el río Lambayeque el promedio de su caudal fue ligeramente superior a su valor histórico (Figura 3.2.3.2). En la costa central, los ríos Santa y Chillón mostraron caudales similares a su promedio histórico, mientras que el río Rímac mostró su caudal inferior a su promedio histórico (Figura 3.2.3.3). Finalmente, en la costa sur los ríos Camaná y Chili tuvieron caudales ligeramente superiores 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 75 %. En promedio a nivel nacional las reservas se encuentran al 88 %

3.2.4. Condiciones Oceanográficas superficiales.

En la región Niño 1+2, que incluye la zona norte del mar de Perú, la temperatura disminuyó 1 °C en promedio, cambiando a condiciones ligeramente frías; sin embargo, el contraste en la distribución espacial de la ATSM presente durante el mes de abril se mantuvo: al norte de 5 °S (región Niño 2) se observaron valores desde +0,5 °C a +1,5 °C en gran extensión, mientras que al sur de 5 °S las anomalías positivas fueron menos intensas alcanzando un máximo de +0,5 °C con algunos valores por debajo de su media (Figura 3.2.4.1b).

En el mar del Perú, en la zona norte las condiciones se mantuvieron cálidas, con temperaturas de 20 °C a 24 °C; pero de menor intensidad respecto al mes de abril. Asimismo, por fuera de las 50 mn de la zona centro, entre 8 °S y 15 °S, las temperaturas se mantuvieron entre 20 °C y 23 °C (Figura 3.2.4.1a) junto a núcleos anómalos de hasta +3 °C. Por otro lado, en la zona sur las condiciones se mantuvieron frías dentro de las 100 mn, con anomalías negativas hasta 2 °C, junto a condiciones ligeramente cálidas por fuera de las 100 mn con anomalías positivas de hasta 1 °C (Figura 3.2.4.1b). A lo largo del litoral del Perú, la ATSM cambió de condiciones cálidas de abril en la zona norte-centro a condiciones ligeramente frías desde comienzos del mes de mayo por influencia del afloramiento costero (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, de acuerdo con la estacionalidad. No obstante, se presentaron en promedio anomalías positivas en la mayoría de los Laboratorios Costeros, exceptuando Paita, Pisco e Ilo donde los valores fueron negativos. La TSM mensual varió entre 16,2 °C (Ilo) a 28,2 °C (Tumbes), mientras que su anomalía varió entre -0,15 °C (Ilo) a +1,2 °C (Tumbes)

A nivel diario, la ATSM presentó predominancia de valores positivos en Tumbes, Chicama, Huacho y Callao, predominancia de valores negativos en Paita y Huanchaco, y la alternancia de anomalías positivas y negativas en San José, Chimbote, Pisco e Ilo. Entre Tumbes y Callao las máximas anomalías de la TSM (+2,8 °C) fueron observadas en Tumbes durante la primera semana del mes, mientras que el mínimo valor (-2,1 °C) fue observado en San José durante la última semana del mes. Al sur del Callao, la mínima (-2,0 °C) y la máxima (+2,0 °C) ATSM fueron detectadas en Pisco durante la primera semana del mes (Figura 3.2.4.3).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de +0,24 °C para el trimestre MAM del 2019 y un valor mensual de mayo de +0,33 °C, siendo menor al valor observado durante abril 2019 (+0,48 °C).

Con los datos de TSM hasta el mes de mayo, se estimó el Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de abril, siendo las fuentes OISSTv2, ERSSTv3 y ERSSTv5 con su respectivo índice 0,16 (condición neutra), 0,38 (condición neutra) y 0,34 (condición neutra). 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 mayo y junio.

Según el modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model; Chassignet et. al., 2007), a más de 300 mn de la costa y entre los 2 °S a 7 °S, se habrían presentado durante el mes aguas de mezcla entre las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), con valores de alrededor de 35,0 ups. Cerca de la costa, las aguas con salinidad menor a 34,8 ups (AES), se habrían desplazado hasta los 5 °S durante la tercera semana, replegándose luego a la zona de Talara. Las aguas con salinidad menor a 35,1 ups, ubicadas en la costa centro-sur y que corresponden al rango de las aguas costeras frías (ACF) del afloramiento, se expandieron con gran amplitud hasta fuera de las 50 mn de la costa, mostrando frente a Pisco elongaciones que habrían pasado las 100 mn (Figura 3.2.4.5).

Con respecto al Nivel Medio del Mar (NMM), a lo largo de la línea ecuatorial se observó la propagación de una onda Kelvin fría originada a mediados de marzo, la cual arribó a la costa sudamericana durante el mes de mayo (Figura 3.2.4.6). El paso de la onda Kelvin fría por el litoral de Perú provocó un descenso de las anomalías a valores por debajo de su media estacional durante la última semana del mes, llegando a mostrar núcleos fríos alrededor de Callao de hasta -3 cm (Figura 3.2.4.7. Tabla 3.2.4.2).

En la costa peruana, la distribución espacial de ANMM mostró diferencias latitudinales. Frente al norte se presentaron valores alrededor de +5 cm, mientras que, frente a la costa central, y a más de 100 mn, se detectaron núcleos de +10 cm asociados a giros anticiclónicos. Frente a la costa sur, se observaron vórtices de menor extensión que en el norte, con giro anticiclónico de +10 cm y vórtices de giro ciclónico con ANMM <+5 cm. En general las zonas con ANMM de +10 cm mostraron una tendencia a atenuarse hacia finales de mes (Figura 3.2.4.8).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, predominaron ANMM alrededor de +5 cm. Sin embargo, a mediados de mes, se detectó un pulso de ANMM de +10 cm que se propagó desde la línea ecuatorial hasta los 12 °S (Figura 3.2.4.7). Las ANMM en esta franja se atenuaron luego hacia finales de mes hasta +7 cm, mientras que en Galápagos la ANMM disminuyó de +10 cm a +6 cm, aproximadamente (Figura 3.2.4.9).

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 abril.

Paita (30-31 de mayo)

La TSM presentó valores entre 18 °C y 19 °C en toda la sección costera; las isotermas de 18 °C y 19 °C, que no se registraron a finales de abril, se ubicaron a 20 y 30 mn de la costa. Se estimaron anomalías de TSM con valores alrededor de -1,0 °C (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 °C a 19 °C con una débil termoclina. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 140 y 150 m de profundidad, ligeramente más somera que en abril (Figura 3.2.5.1 d). Sobre los 50 m se registraron anomalías térmicas negativas de -1,0 °C en promedio, y debajo de estas hasta los 200 m se observó ligeras anomalías térmicas positivas con valores de hasta +1,0 °C (Figura 3.2.5.2 b).

La salinidad en los primeros 50 m de profundidad evidenció la presencia de aguas de mezcla entre ASS y ACF dentro de las 40 mn ($S < 35,1$ ups); aunque por fuera de esta franja se observó una mayor influencia de las ASS. En general, en esta capa se determinaron anomalías halinas de hasta $+0,05$ ups (Figura 3.2.5.2 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 (AESS), y AESS a mayor profundidad, evidenciando un comportamiento de acuerdo con su estacionalidad para ambos casos.

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1 mL L^{-1} , asociada a la oxiclina, se superficializó de 170 m a 90 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a abril (Figuras 3.2.5.1 e y 3.2.5.2 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; $\text{OD} < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$), se detectó a 170 - 200 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 300 m a 30 - 100 mn, se estimaron flujos geostroficados hacia el norte con una velocidad de hasta 20 cm s^{-1} (Figura 3.2.5.2 e, f).

Chicama (29 de mayo)

La TSM presentó la isoterma de $22 \text{ }^\circ\text{C}$ a 40 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 25 mn a fines de abril. La ATSM mostró valores alrededor de cero cerca de la costa y un núcleo de $+2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ a 40 - 80 mn (Figura 3.2.5.3 a, b; Figura 3.2.5.4. a, b). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre $16 \text{ }^\circ\text{C}$ y $23 \text{ }^\circ\text{C}$ con una termoclina débil, mientras que la isoterma de $15 \text{ }^\circ\text{C}$ se presentó a 100 - 120 m de profundidad, en promedio 50 m más somera que en abril (Figura 3.2.5.4. a). Sobre los 70 m y a 30 - 100 mn, se presentaron anomalías térmicas positivas de $+2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ en promedio, destacando un núcleo de hasta $+4,0 \text{ }^\circ\text{C}$ a 40 m de profundidad a 60 - 75 mn (Figura 3.2.5.3 b). En la capa superficial hasta los 50 m de profundidad, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de aguas de mezcla entre ACF y ASS dentro de las 20 mn, y ASS a 20 - 100 mn, esta última asociada a anomalías halinas de hasta $+0,30$ ups. Por otra parte, entre los 50 y 150 m de profundidad, se detectaron aguas de mezcla ASS - AESS y AESS (Figura 3.2.5.4. c, Figura 3.2.5.3 c).

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^{-1} se presentó a unos 10 - 80 m de profundidad, en promedio 30 m más superficial que en abril (Figura 3.2.5.4 e). El borde superior de la ZMO se presentó a 80 - 130 m (Figura 3.2.5.3 e). Por otra parte, se estimaron flujos geostroficados con dirección hacia el norte sobre los 200 m de hasta 30 cm s^{-1} , disminuyendo en intensidad y grosor hacia la costa. Asimismo, se estimó un flujo con dirección hacia el sur entre los 50 y 120 m a 25 - 50 mn de la costa y con una velocidad de hasta 5 cm s^{-1} (Figura 3.2.5.4.f).

Estaciones fijas costeras

El monitoreo de la columna de agua ($< 100 \text{ m}$) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita la temperatura varió entre los $16 \text{ }^\circ\text{C}$ y $19 \text{ }^\circ\text{C}$, en Chicama entre $16 \text{ }^\circ\text{C}$ y $19 \text{ }^\circ\text{C}$, en Callao entre $16 \text{ }^\circ\text{C}$ y $18 \text{ }^\circ\text{C}$, en Atico entre $14 \text{ }^\circ\text{C}$ y $17 \text{ }^\circ\text{C}$ y en Ilo entre $14 \text{ }^\circ\text{C}$ y $17 \text{ }^\circ\text{C}$. En Paita se detectó una profundización y un ascenso de las isotermas en la primera y en la segunda quincena del mes, respectivamente. En Chicama se observó una superficialización de las isotermas desde inicios del mes; en Callao se profundizó la isoterma de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ durante el mes de mayo, mientras que en las estaciones fijas de Atico e Ilo se detectó un leve ascenso de la isoterma de $14 \text{ }^\circ\text{C}$ hacia finales del mes (Figura 3.2.5.5).

En Paita, se detectó, en promedio, condiciones neutras en toda la columna de agua, con un pulso de hasta +1,0 °C por debajo de los 40 a quincena del mes. En Chicama se observó condiciones térmicas neutras; mientras que en Callao se detectó en promedio anomalías térmicas de +1,0 °C (Figura 3.2.5.6).

En Paita, Chicama y Callao, los registros de salinidad y temperatura evidenciaron la presencia de aguas de mezcla ASS-AES durante todo el mes, aunque en Callao también se observó pequeños núcleos de ASS sobre los 20 m. En Atico e Ilo se observó una aparente transición de ACF a aguas de mezcla ACF-ASS (Figura 3.2.5.7).

En cuanto al OD, se detectó una superficialización de las iso-oxígenas en Paita y Chicama, mientras que en el resto de las estaciones fijas las iso-oxígenas mostraron una tendencia a profundizarse durante el mes. La iso-oxígena de 0,5 mL L⁻¹ no se registró en Paita ni en Ilo y se determinó a 60 - 90 m en Chicama, a 20 - 38 m en Callao y a 70 m en Atico durante el mes, en promedio (Figura 3.2.5.8).

Flotadores ARGO

Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante mayo e inicios de junio entre 84 – 82,5 °W y 4-6 °S (frente a la costa norte del Perú), las anomalías negativas de hasta -2 ° (usando la climatología de IMARPE) se observaron por encima de los 50 metros, mientras que por debajo se desarrolló un núcleo positivo que se extendió hasta los 300 metros de profundidad (Figura 3.2.5.9). Pese a la distancia en la que se encuentra el flotador con respecto a la costa, los datos recopilados guardan relación con lo observado en Paita durante este periodo.

3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana

En las estaciones fijas costeras, los nutrientes no exhibieron un comportamiento homogéneo.

3.2.6.1. Silicatos

Respecto a los silicatos, en Paita la isolínea de 15 µmol L⁻¹ se superficializó durante la primera quincena de 40 m a 5 m, mientras que durante la segunda quincena del mes se profundizó de 5 m a ~ 60 m. En Chicama, encima de los 20 m, predominaron concentraciones menores a 10 µmol L⁻¹, mientras que la isolínea de 15 µmol L⁻¹ se superficializó de 80 m a 40 m entre el inicio y fin de mes. En Callao, las concentraciones se mantuvieron durante el mes, con valores menores a 10 µmol L⁻¹ encima de los 25 m y con un promedio de 20 µmol L⁻¹ entre los 45 m y 100 m. En Ilo, los valores disminuyeron ligeramente, observándose la profundización de la isolínea de 20 µmol L⁻¹ de ~18 m a 40 m entre la primera y la última semana, alcanzando su máxima profundidad a mediados del mes (~80 m) (Figura 3.2.6.1).

3.2.6.2. Nitratos

La concentración promedio de nitratos en Paita, entre los 0 – 100 m, disminuyó durante la última semana (concentraciones $< 10 \mu\text{mol L}^{-1}$) respecto a la primera quincena del mes ($10 - 15 \mu\text{mol L}^{-1}$). En Chicama, la concentración promedio encima de los 15 m estuvo entre $5 \mu\text{mol L}^{-1}$ a $10 \mu\text{mol L}^{-1}$, mientras que por debajo de los 35 m se mantuvo alrededor de los $15 \mu\text{mol L}^{-1}$. En Callao, la concentración promedio debajo de los 30 m fue de $\sim 20 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante el mes, mayor a lo observado a fines de abril ($10 - 15 \mu\text{mol L}^{-1}$). En Ilo, encima de los 40 m, los nitratos disminuyeron de $\sim 13 \mu\text{mol L}^{-1}$ a $10 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante la primera semana, y se mantuvieron menores a $10 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante el resto del mes (Figura 3.2.6.2).

3.2.6.3. Fosfatos

Los fosfatos mostraron un aumento de las concentraciones durante el mes, superficializándose la isolínea de $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ de 100 m a 15 m entre la primera y última semana. En Chicama, debajo de los 20 m, las concentraciones fluctuaron entre $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ a $2 \mu\text{mol L}^{-1}$, durante todo el mes. En Callao, debajo de los 20 m las concentraciones disminuyeron, observándose concentraciones de $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ en la primera semana y concentraciones de $2 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante la segunda y última semana del mes. En Ilo, debajo de los 15 m, las concentraciones aumentaron de $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ a $2 \mu\text{mol L}^{-1}$ durante la primera semana y se mantuvieron entre $2 \mu\text{mol L}^{-1}$ y $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$ 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 los productos satélites que registran clorofila-a superficial (www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/), presentó valores predominantes de $1 \mu\text{g L}^{-1}$, entre las 60 – 90 mn hacia la costa; sin embargo, se presentaron núcleos mayores a $3 \mu\text{g L}^{-1}$ entre San José y Chicama, Callao y Pisco, y frente a Ilo dentro de las 40 mn (Figura 3.2.6.4 a), siendo esta distribución similar a lo observado durante abril, pero con una menor extensión del núcleo frente a Callao – Pisco.

En promedio mensual, hubo predominancia de anomalías negativas ($-1 \mu\text{g L}^{-1}$ a $-2 \mu\text{g L}^{-1}$) de San José a San Juan dentro de las 90 mn; mientras que, frente a Tumbes (a las 60 mn) y frente a Ilo (dentro de las 30 mn) predominaron anomalías positivas ($\sim +1 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 3.2.6.4. b). La distribución de anomalías (positivas y negativas) son comparables a lo observado durante abril, aunque sin la presencia de anomalías positivas entre Callao y Pisco ($> +1 \mu\text{g L}^{-1}$).

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 de cinco días, entre los $6^\circ\text{S} - 16^\circ\text{S}$ y dentro de las 60 mn, nos indica que las concentraciones presentaron una disminución de sus concentraciones siguiendo su ciclo anual (Figura 3.2.6.4. d). Latitudinalmente, las anomalías negativas han predominado entre los $10^\circ\text{S} - 12^\circ\text{S}$ a lo largo del mes y las anomalías positivas han persistido al norte de los 10°S y entre los $13^\circ\text{S} - 15^\circ\text{S}$, principalmente durante la segunda quincena del 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 Chicama y Callao, existió una cobertura nubosa alta (80 % a 90 % de días nublados), mientras que, frente a Paita y entre Pisco y San Juan, la cobertura de nubes fue menor al 40 % dentro de las 60 mn (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 abril. En el periodo comprendido entre enero al 7 de junio del 2019, la flota industrial de cerco desembarcó aproximadamente 1 360,000 mil toneladas, correspondientes al 64,7% de la cuota otorgada (2 100 000 t).

Los desembarques diarios durante mayo presentaron una tasa de captura promedio de 37 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 – 18,0 cm LT, con modas en 13,0 y presencia de ejemplares <12,0 cm alrededor del 20,3 %.

Especies Indicadoras

Durante el mes de mayo, el recurso caballa, especie trazonal normalmente asociado a aguas cálidas, presentó una amplia distribución latitudinal y longitudinal dentro de las 80 mn, con sus mayores concentraciones detectadas entre Malabrigo y Chimbote (Figura 3.2.7.2. a).

En la pesca dirigida a la anchoveta, en la primera semana de mayo se registró como captura incidental a caballa (*Scomber japonicus*); además, también se registró múnida (*Pleurocondes monodon*) y calamar dentro de las 30 mn (Figura 3.2.7.2. b), especies asociadas 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), en el mes de mayo, indicaron que la anchoveta presentó una disminución de la actividad desovante con respecto al mes de abril (Figura 3.2.7.3), acercándose a sus valores históricos

4. PRONÓSTICO

4.1. A corto plazo (semanas)

Según los modelos oceánicos simplificados, tanto del IGP (Figura 3.1.2.6. c y d), como del IMARPE (Figura 4.2.1), así como de la proyección teórica basada en los datos observados, se espera la llegada de una onda Kelvin cálida a la costa americana en el mes de julio. A pesar de su aparente señal débil no se descarta que al acercarse a la costa americana, debido a la profundidad de la termoclina en esta región, se observe una intensificación de su señal, incrementando la TSM. Por otro lado, debido a las anomalías de vientos del este observadas recientemente, la intensidad de esta onda podría llegar reducida frente a las costas de Sudamérica en el Pacífico ecuatorial central.

4.2. A mediano plazo (3 meses)

En el Pacífico central se viene desarrollando un evento el Niño desde octubre del año anterior, de persistir estas condiciones, no se descarta la formación de nuevas ondas Kelvin cálidas que pueden afectar el Pacífico oriental, sin embargo, no se esperaría precipitaciones en la región por la estacionalidad.

Según los 7 modelos climáticos de NMME (CFSv2, GFDL_CMC2.1, GFDL_FLOR, NASA_GEOS5v2, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2), con condiciones iniciales del mes de junio de 2019, para el Pacífico central (región Niño 3.4) indican condiciones cálidas débiles de junio a agosto del año en curso (Figura 4.2.2.). Por otro lado, para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME indica en promedio condiciones neutras para el mismo periodo, los modelos CMC1, CMC2 y GFDL, indican condiciones cálidas débiles, (Figura 4.2.3).

4.3. A largo plazo (más de 3 meses)

Los modelos climáticos de agencias internacionales indican condiciones neutras entre los meses de agosto y noviembre para el Pacífico oriental (Niño1+2), que incluye la costa norte del Perú, mientras que para el Pacífico central (Niño 3.4) indican 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 mayo la anomalía de la TSM en la región el Niño 1+2 se mantuvo con valores alrededor de lo normal. Sin embargo, a lo largo del litoral peruano la anomalía disminuyó con respecto al mes de abril en la zona centro-sur alcanzando condiciones frías por la influencia del paso de la onda Kelvin Fría. Para el caso del nivel del mar, se observó una disminución de dicha variable, alcanzando un valor de 4 cm por debajo de su normal.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio, se mantuvo anómalamente intenso al noreste de su posición normal, alcanzando un valor de 1022 hPa en su núcleo, lo cual contribuyó en la intensificación de los vientos alisios del sureste, principalmente frente a la costa norte del país.

El afloramiento costero se intensificó respecto al mes anterior frente a la costa norte (Talara y Paíta), en comparación al mes anterior mostrando valores por encima de los $450 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$). Frente a Pisco y San Juan el afloramiento costero exhibió una ligera intensificación en la segunda y tercera semana.

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

Los caudales de los principales ríos de las regiones hidrográficas del Pacífico, Amazonas y Titicaca presentaron un comportamiento descendente, el cual es propio del periodo de transición y previo al de estiaje. Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte y sur se encuentran, en promedio, al 99 % y 75 % de su capacidad de almacenamiento, respectivamente.

La anchoveta en la región norte - centro, presentó una distribución hasta las 40 mn de la costa, siendo la principal área de pesca frente a Chicama y Supe-Huacho. Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro indican que el recurso presentó una disminución de su actividad desovante.

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos numéricos internacionales de NMME con condiciones iniciales de junio indican, en promedio, condiciones NEUTRAS entre los meses de julio y diciembre. Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el promedio de los modelos NMME indican condiciones cálidas débiles de junio a diciembre.

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 es más probable que durante el invierno se mantengan las condiciones entre neutras a ligeramente frías frente a la costa peruana. Esto a pesar de la presencia de una onda Kelvin cálida que arribaría en julio y que podría provocar un incremento temporal de la TSM. No obstante, de mantenerse el desarrollo de El Niño en el Pacífico central, no se descarta la formación de nuevas ondas Kelvin cálidas que puedan afectar el Pacífico oriental. De darse estos episodios cálidos, no se espera que tengan 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.

Correa D., G. Luque, C. Grados, D. Quispe, C. Paulino (2016). Vigilancia y Pronóstico a Corto Plazo del Viento Frente al Litoral Peruano en Base a Información Satelital y el Modelo GFS. Poster CONCIMAR 2016.

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.

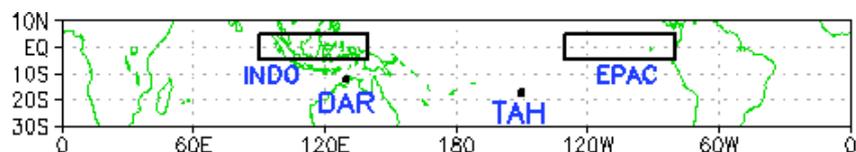
Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 4-7.

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.

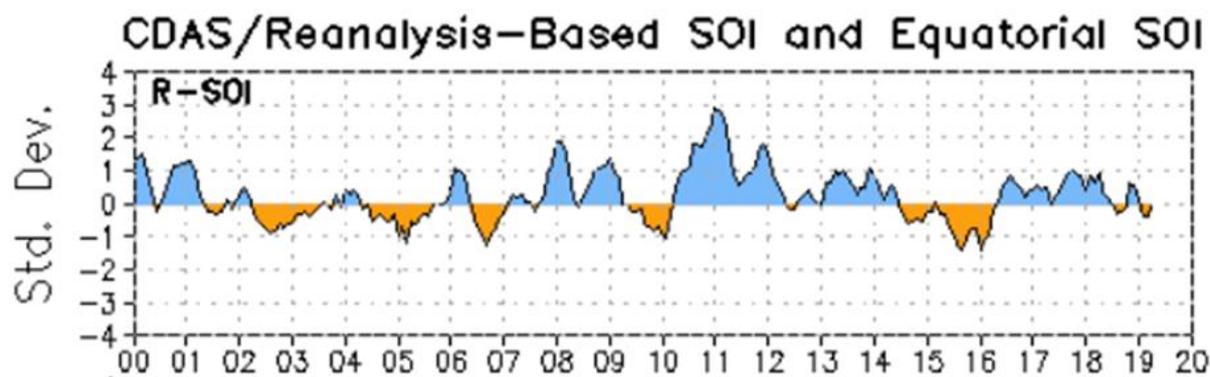
Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Febrero, 1, 2, 8-9.

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.

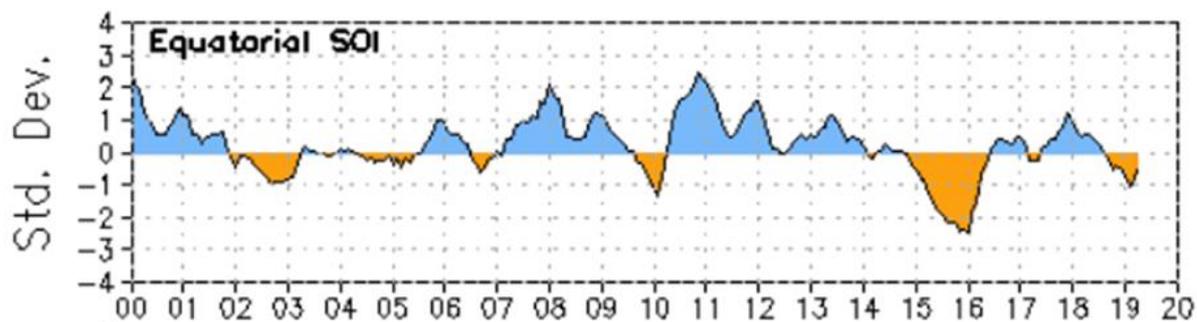
7. FIGURAS



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).

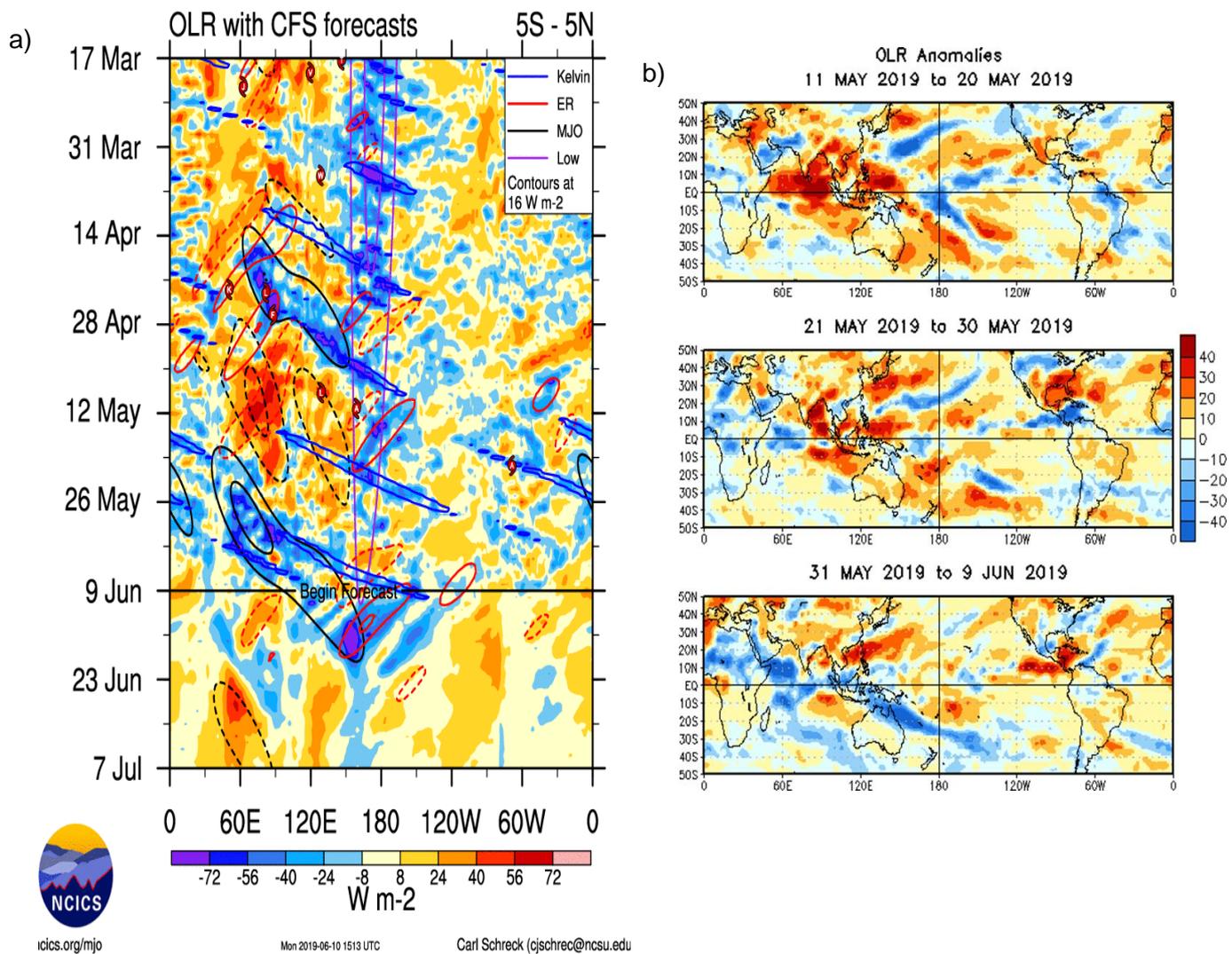
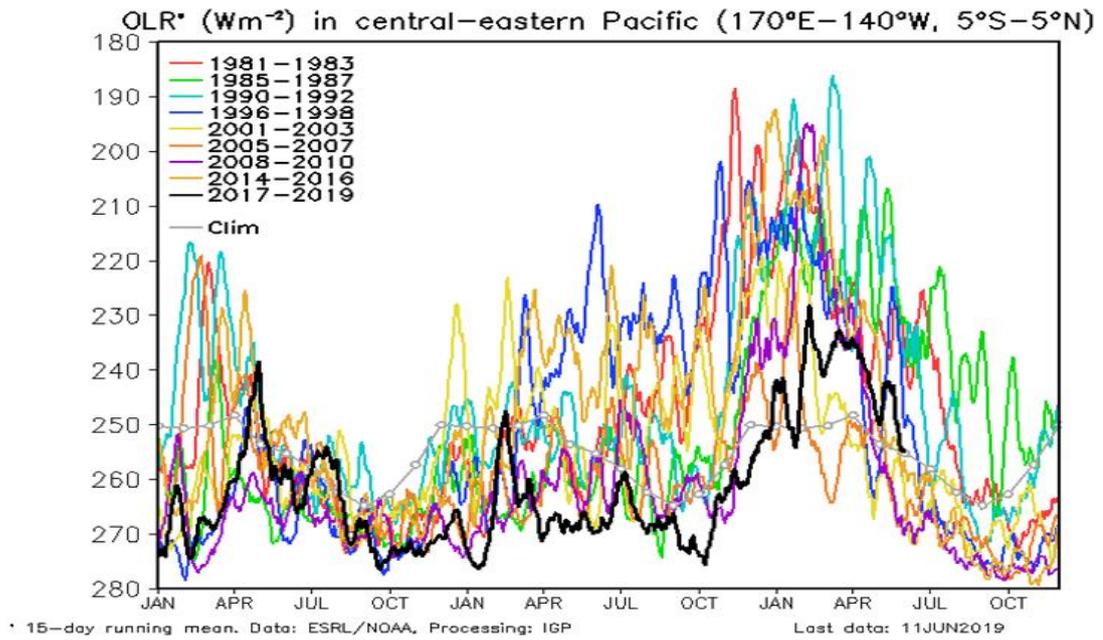


Figura 3.1.1.2. a) Pronóstico a mediano plazo para OLR del modelo CFS. Los contornos indican actividad de ondas atmosféricas b) Anomalías decadas de OLR para el mes de mayo de 2019. Datos: CFS y NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI

a)



b)

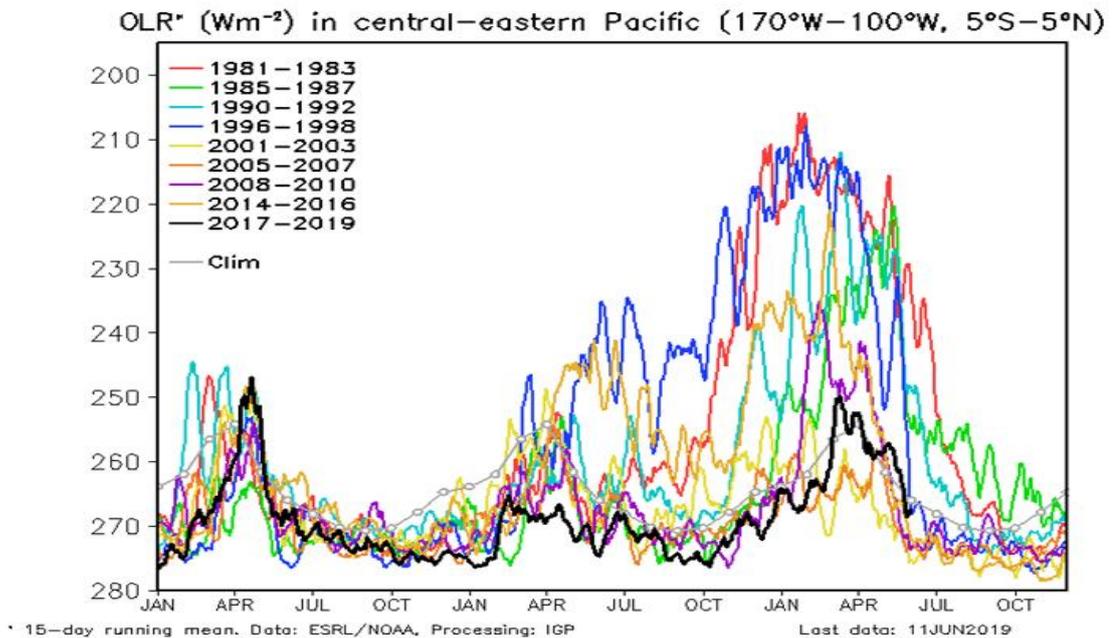
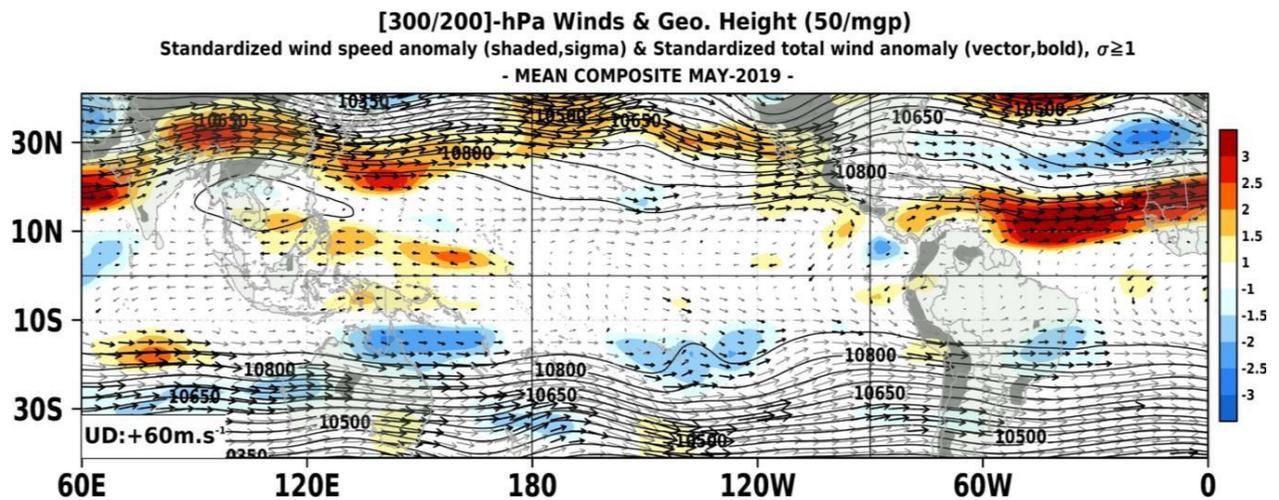


Figura 3.1.1.3 Radiación de Onda Larga – OLR (W/m^2), desde el mes de enero de 2017 hasta mayo de 2019, en el Pacífico central-oriental en: a) $170^{\circ}W-140^{\circ}W, 5^{\circ}S-5^{\circ}N$ y b) $170^{\circ}W-100^{\circ}W, 5^{\circ}S-5^{\circ}N$. Datos: ESRL/NOAA. Procesamiento: IGP.



b)

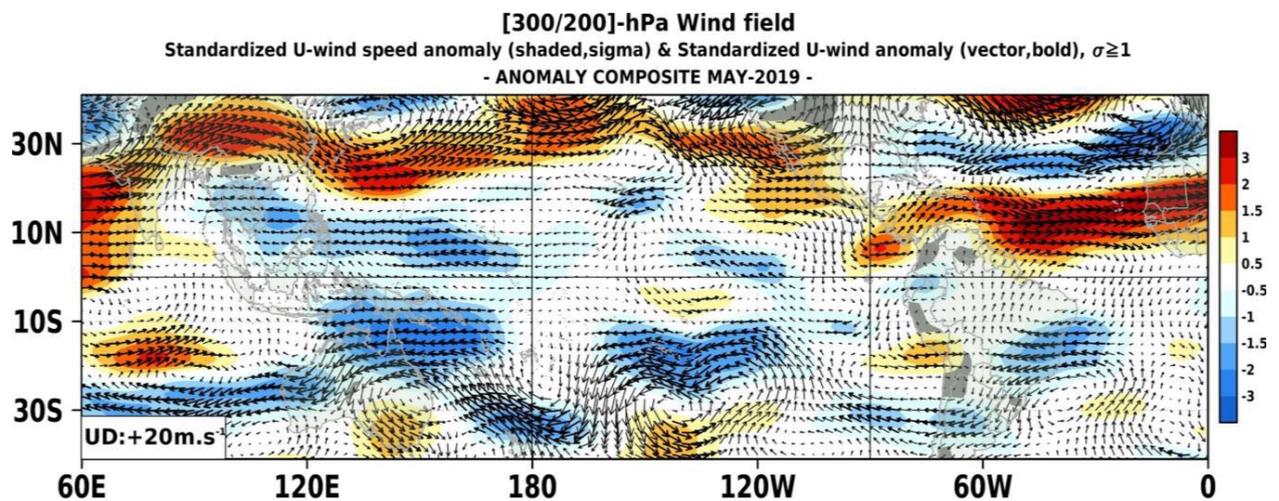
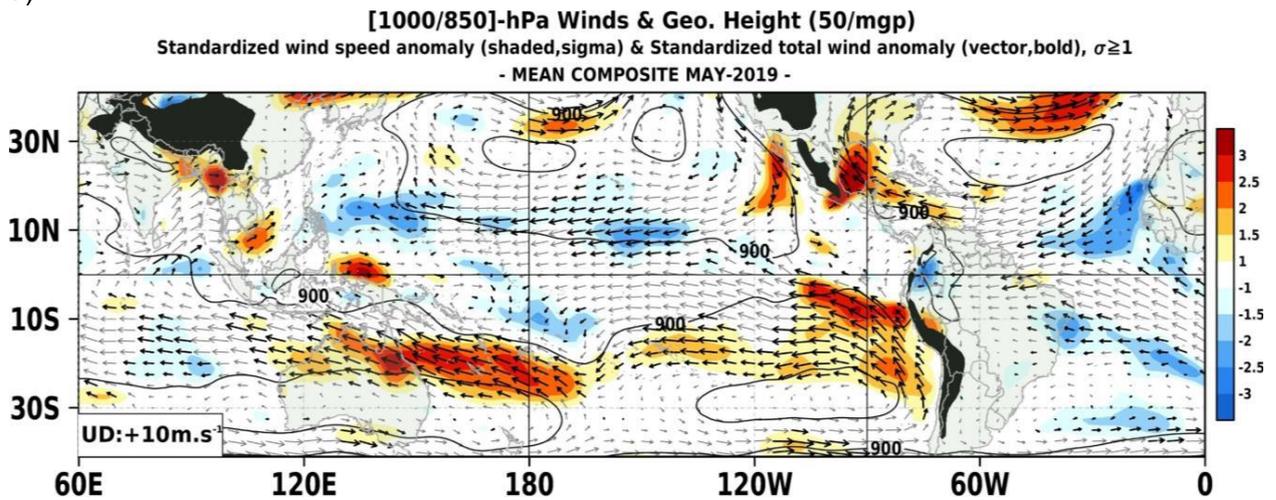


Figura 3.1.1.4 Configuración atmosférica en niveles altos (300 - 200 hPa) para el mes de Mayo del 2019. a): Promedio del viento total (m/seg, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada $\pm 0,5 \sigma$). b): Anomalías 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)

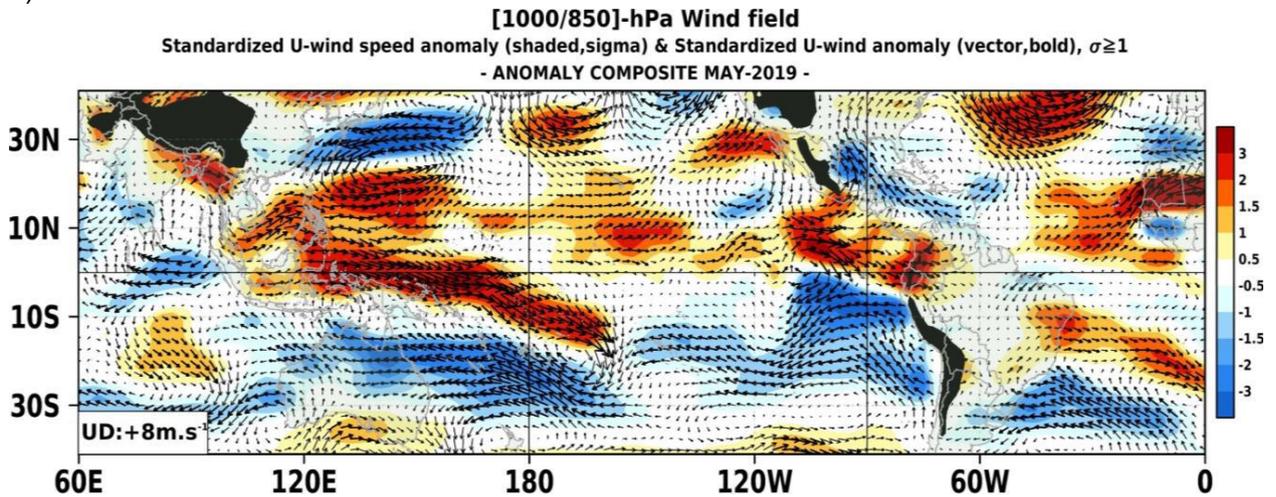
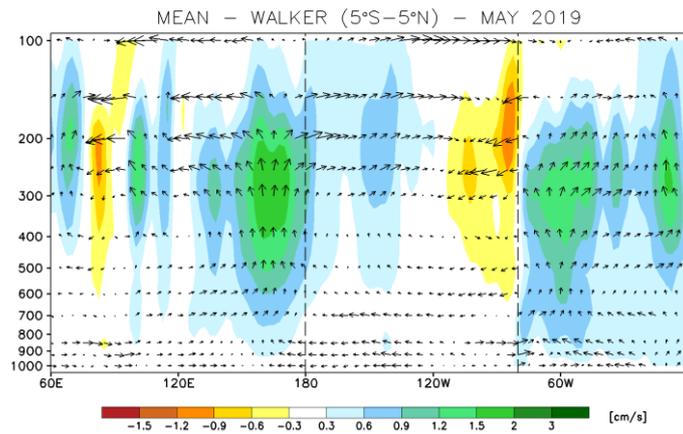
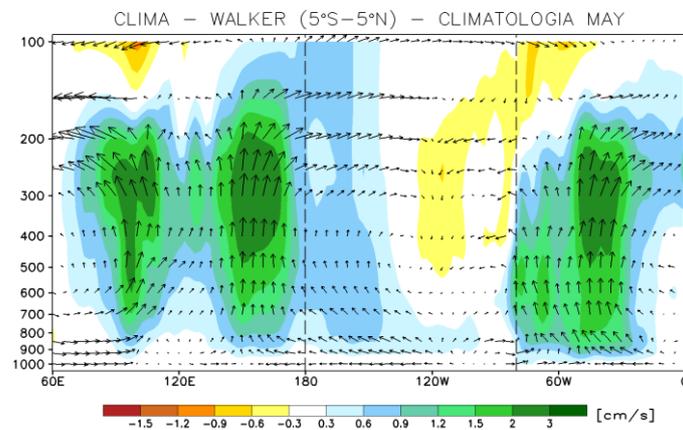


Figura 3.1.1.5. Configuración atmosférica en niveles bajos (1000 - 850 hPa) para el mes de mayo del 2019. a): Promedio del viento total (m/seg, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matices de colores cada $\pm 0.5 \sigma$). b): Anomalías del campo de viento (m/seg, vectores) y anomalías estandarizadas de la componente zonal del viento (matices 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)

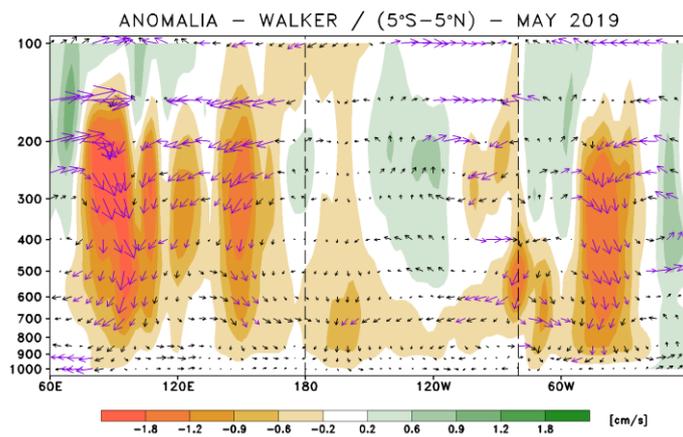


Figura 3.1.1.6. Secciones verticales de la Circulación Atmosférica Ecuatorial (Walker) de este a oeste para el mes de mayo 2019. (a), patrón promedio, (b) patrón climatológico y (c) patrón anómalo. Fuente: SPC/SENAMHI.

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

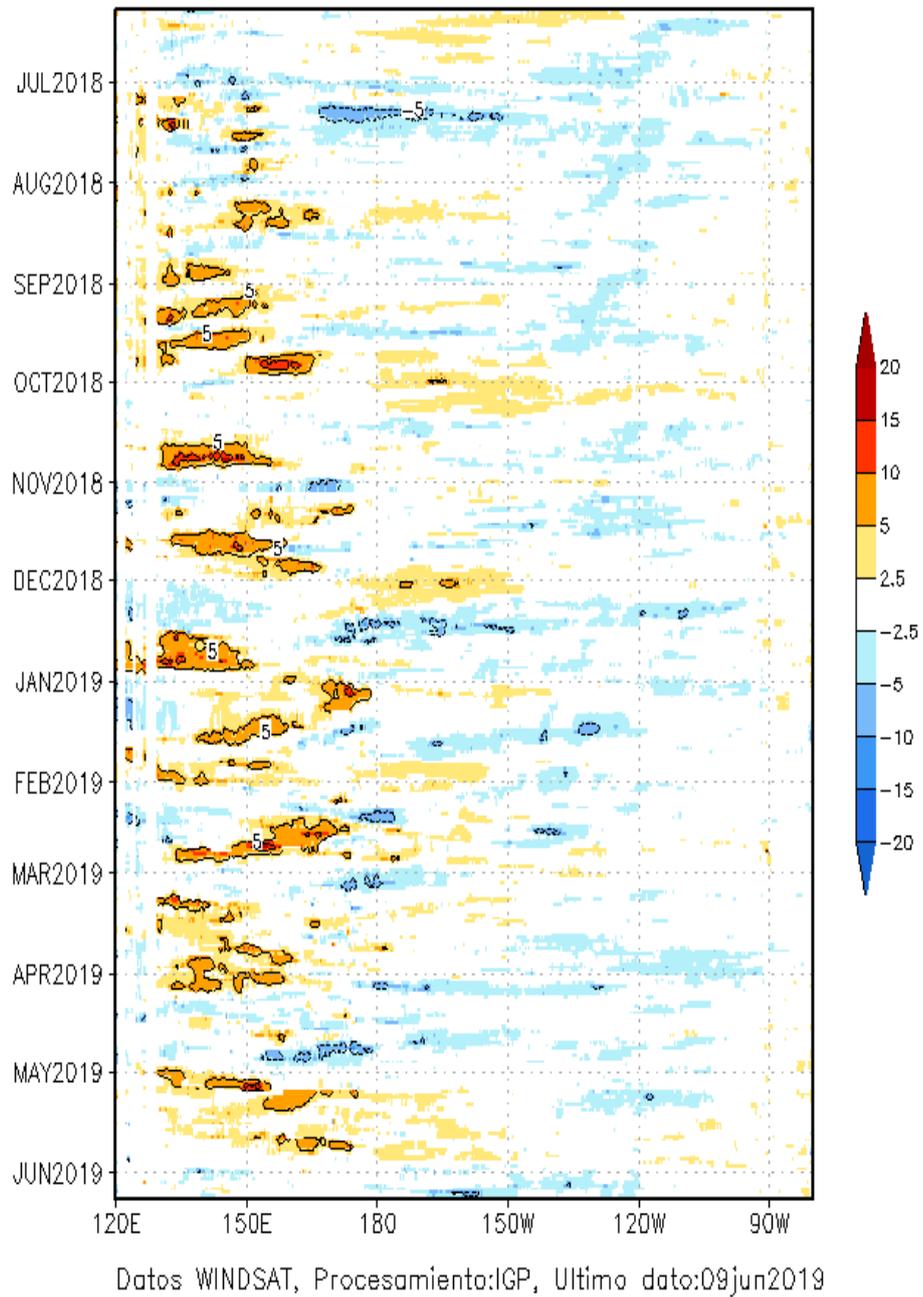
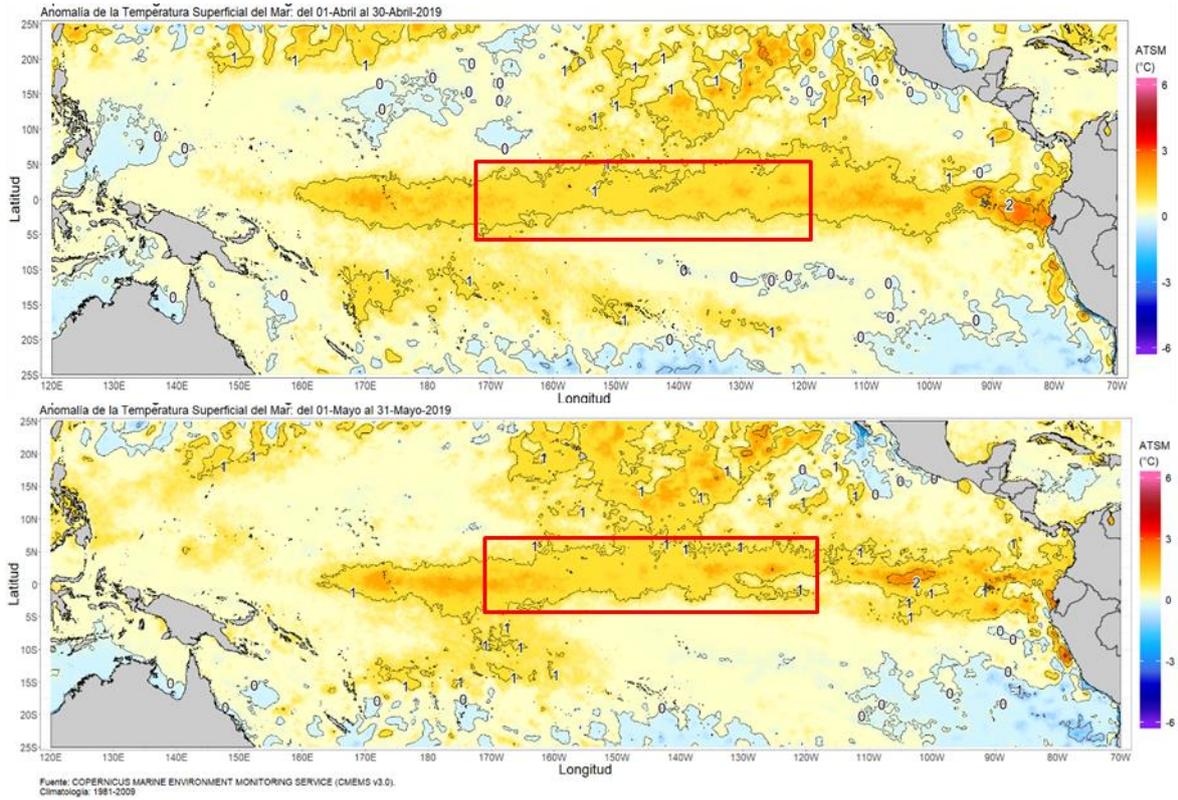
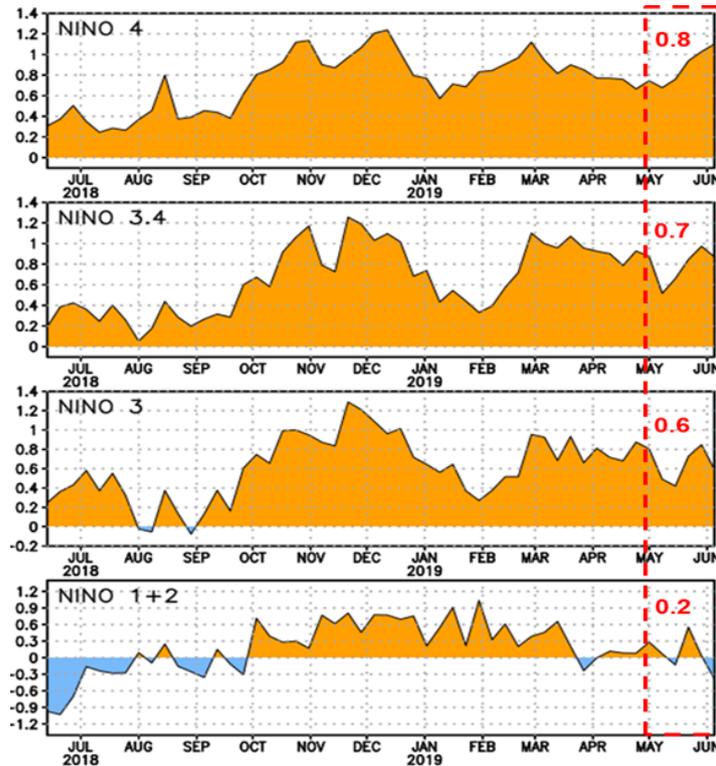


Figura 3.1.1.7. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT. Elaboración: IGP.



a)



b)

Figura 3.1.1.8. a) Anomalia promedio de abril y mayo 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 mayo de 2019. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA.

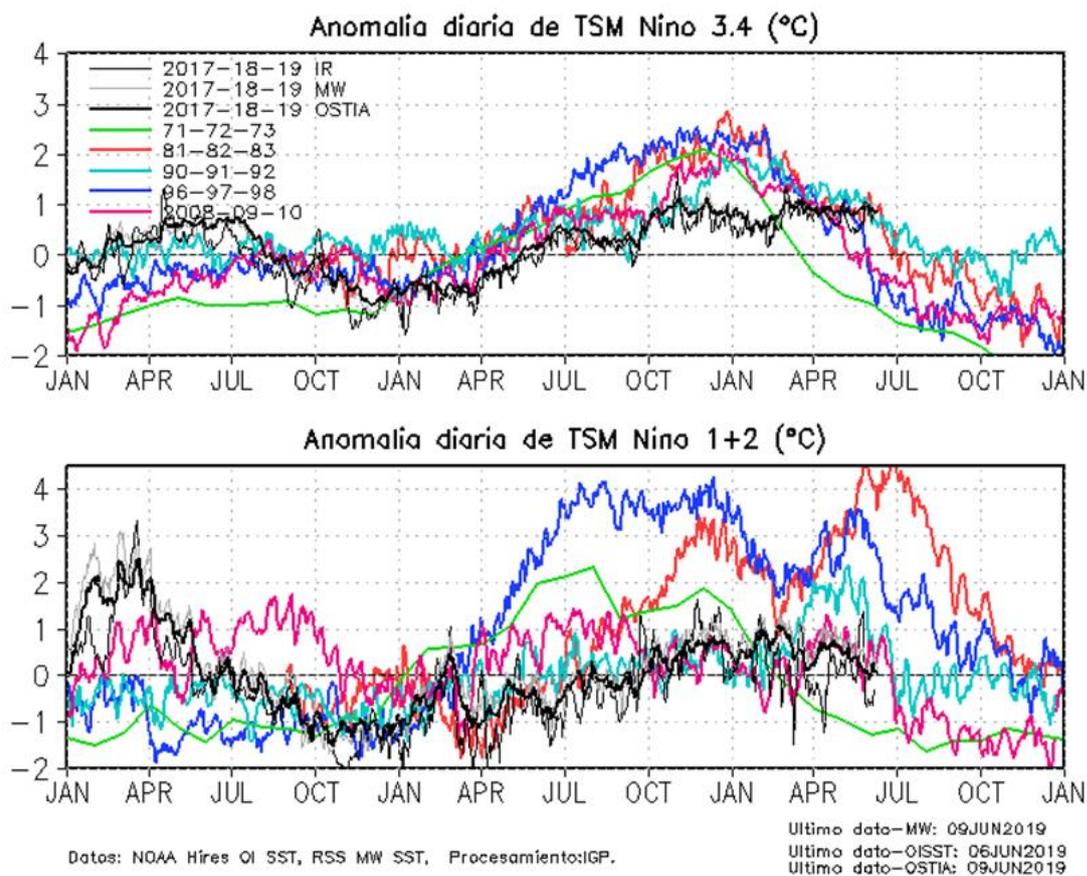


Figura 3.1.1.9 Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (panel superior) y Niño 1+2 (panel inferior). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color rojo, azul, celeste y verde indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años de Niña costera 1985, 2007, 2010 y 1988. Elaboración: IGP.

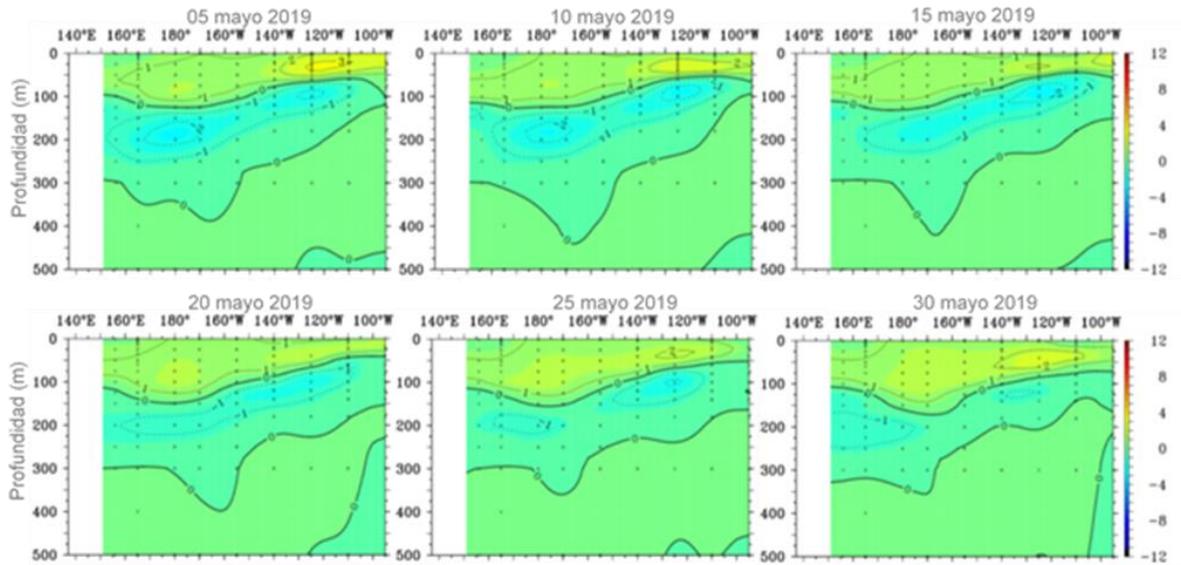


Figura 3.1.2.1. Diagramas longitudud-profundidad de las anomalías de la temperatura del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (promediados entre 2°N y 2°S) para los días, de izquierda a derecha y de arriba abajo, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de mayo de 2019. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

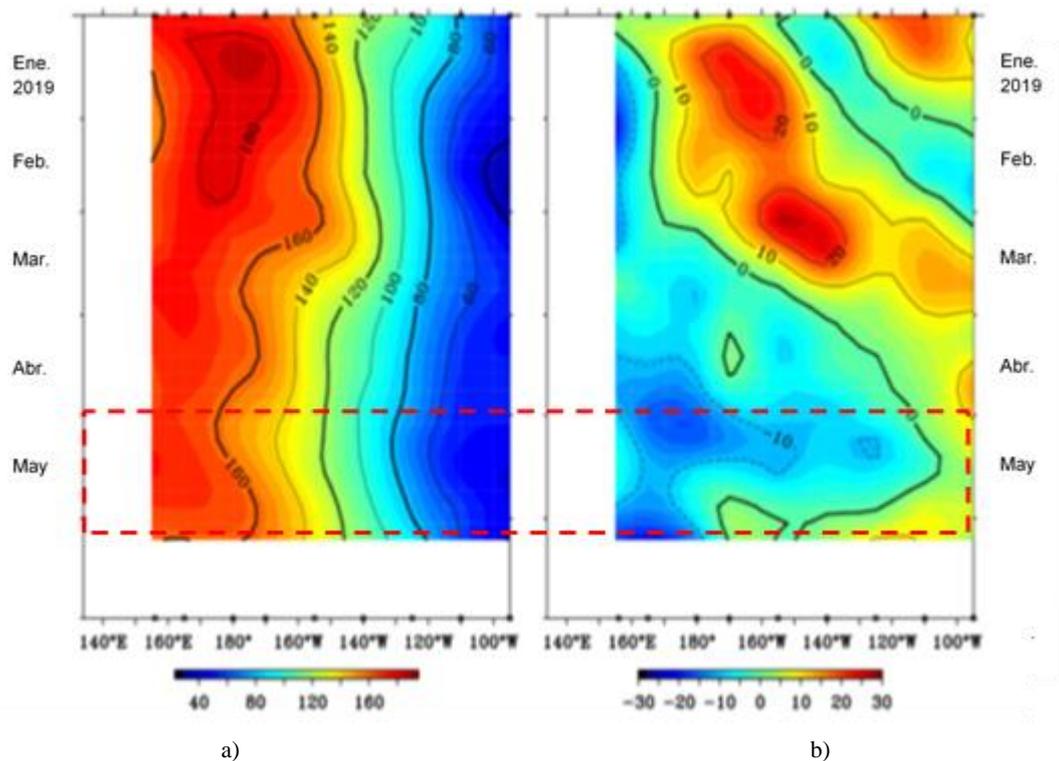


Figura 3.1.2.2. Diagrama longitudud-tiempo de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promediado entre 2°N y 2°S, desde enero a mayo de 2019, tanto para su valor total (a) como para su anomalía (b). Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL

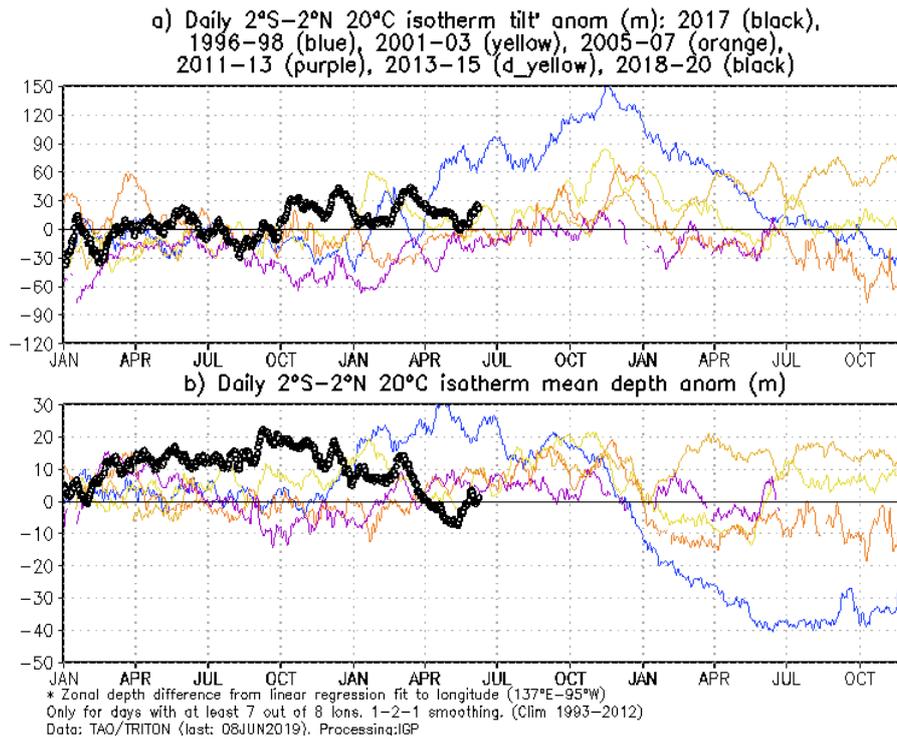


Figura 3.1.2.3. Series de tiempo de: a) la inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de TAO entre 2 °N y 2 °S; y b) del contenido de calor en la región ecuatorial. Estas series de tiempo se obtuvieron usando datos de las boyas TAO entre 2 °N y 2 °S. Elaboración: IGP

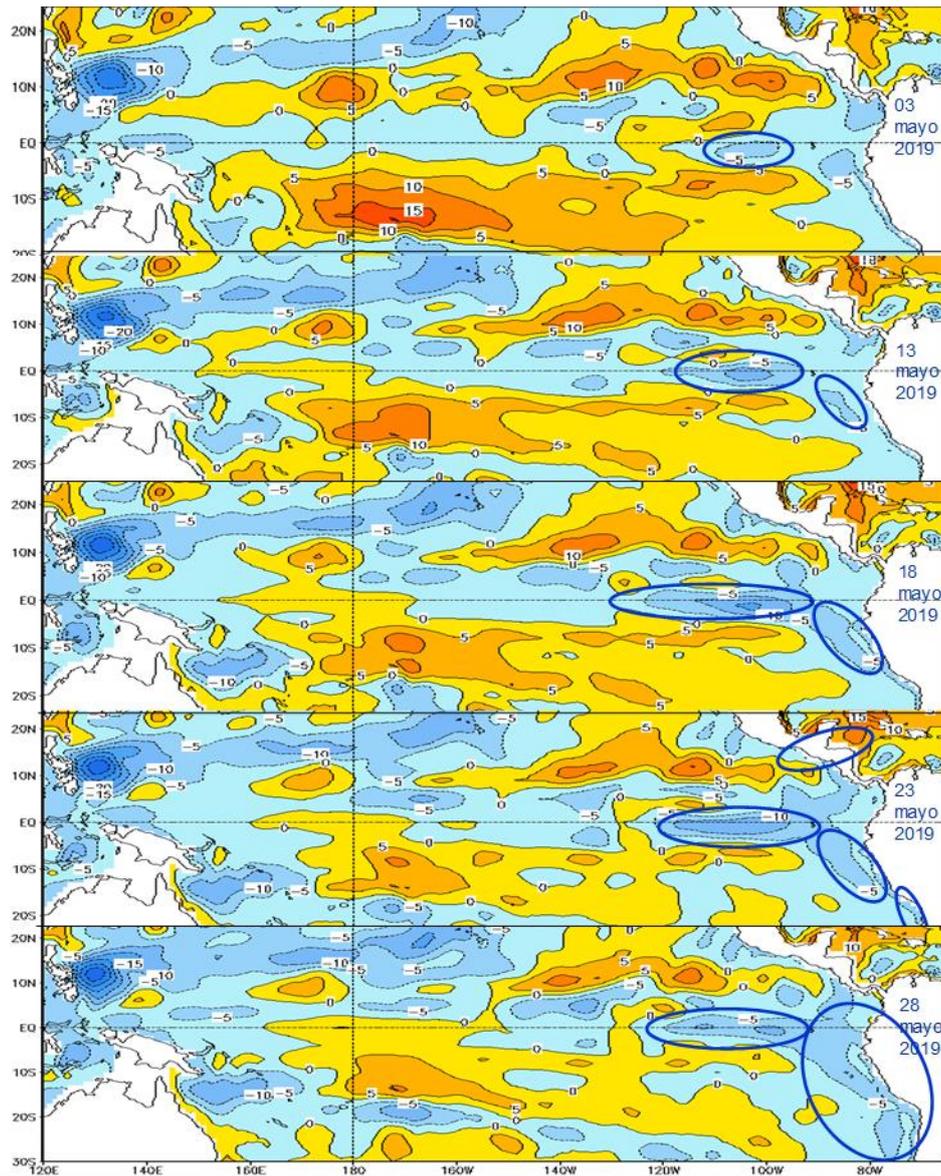


Figura 3.1.2.4. Anomalia del nivel del mar en el Pacífico tropical para, de arriba a abajo, el 03, 13, 18, 23 y 28 de mayo de 2019. La zonas resaltadas indican la extensión de las anomalías negativas en la región central oriental y costera de Peru. Climatología 1981 – 2010 Fuente. GODAS).

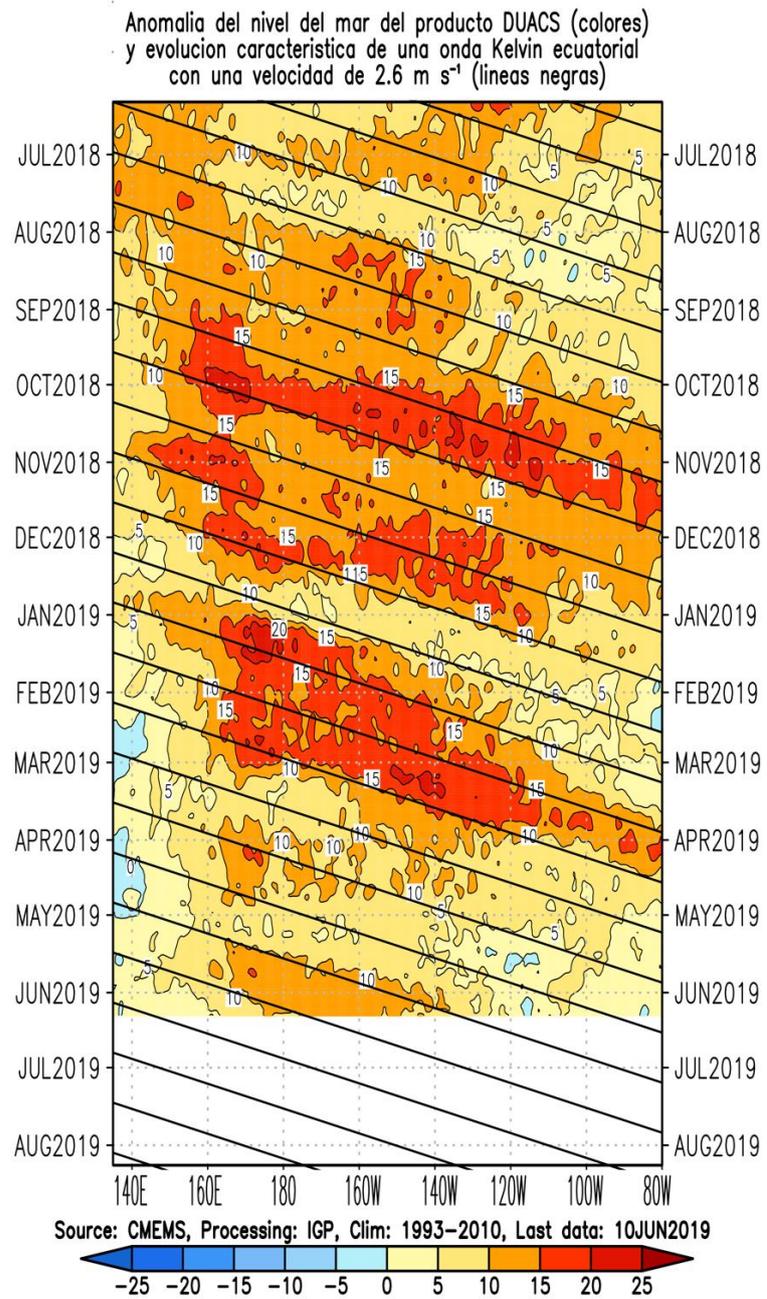


Figura 3.1.2.5. Diagrama longitud – tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda Kelvin si tuviera una velocidad aproximada de 2,6 m/s. Elaboración IGP.

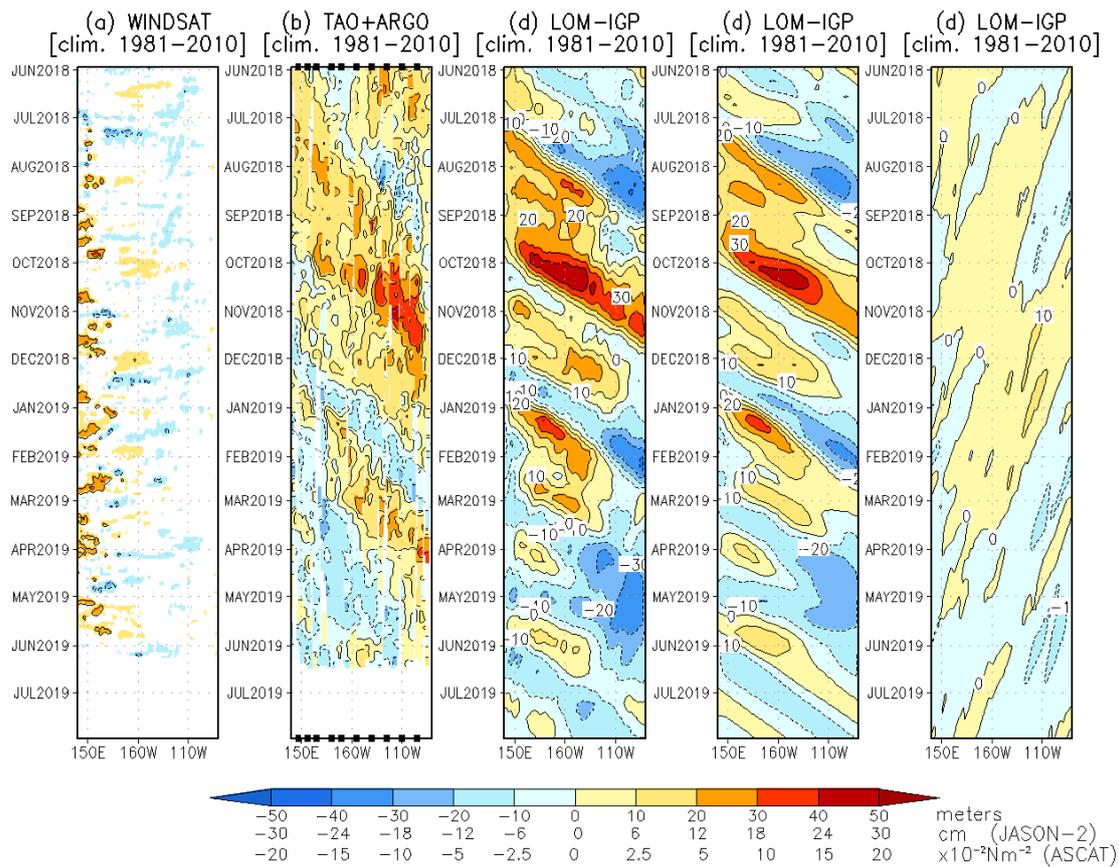
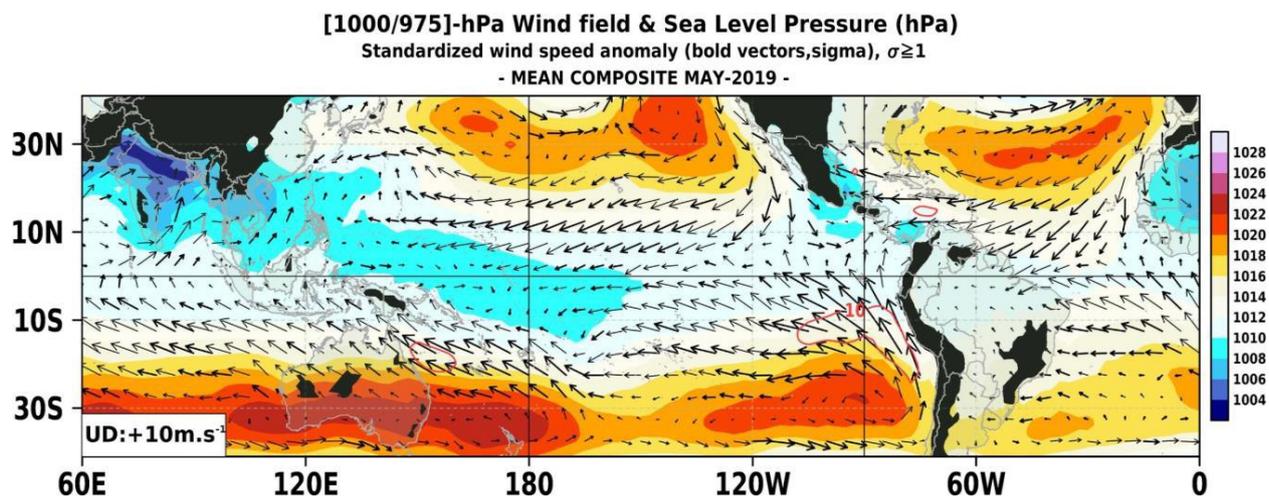
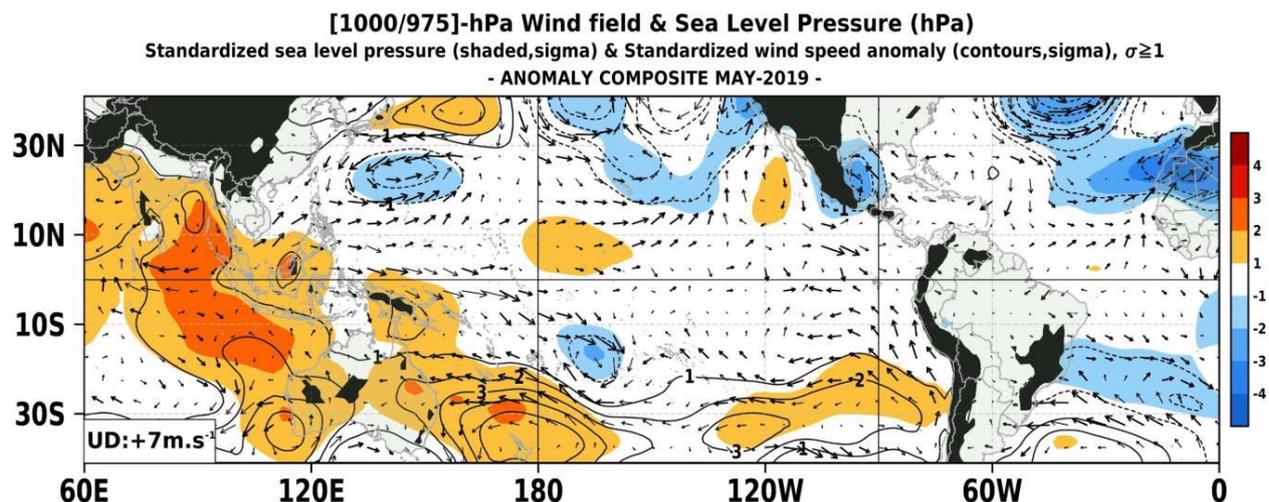


Figura 3.1.2.6. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C datos de TAO y los derivados de ARGO (b) , diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente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



a)



b)

Figura 3.2.1.1. Análisis de superficie para el mes de Mayo 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 matices 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.

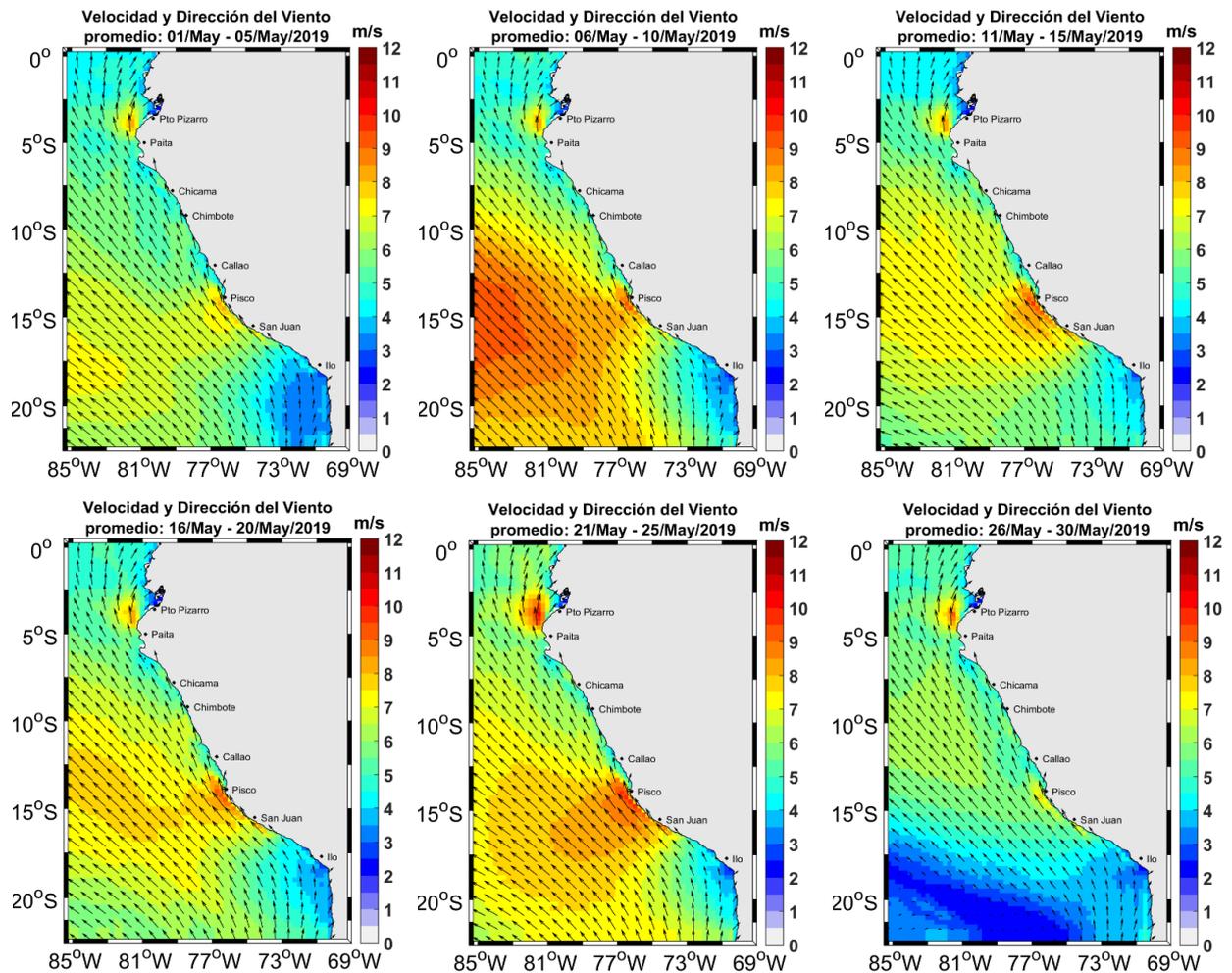


Figura 3.2.1.2. Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de mayo del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS (ASCAT disponible hasta el 03 de marzo del 2019 por lo cual la información fue completada con el producto del modelo GFS, previa validación de acuerdo con Correa et al. 2016). Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/05/2019.

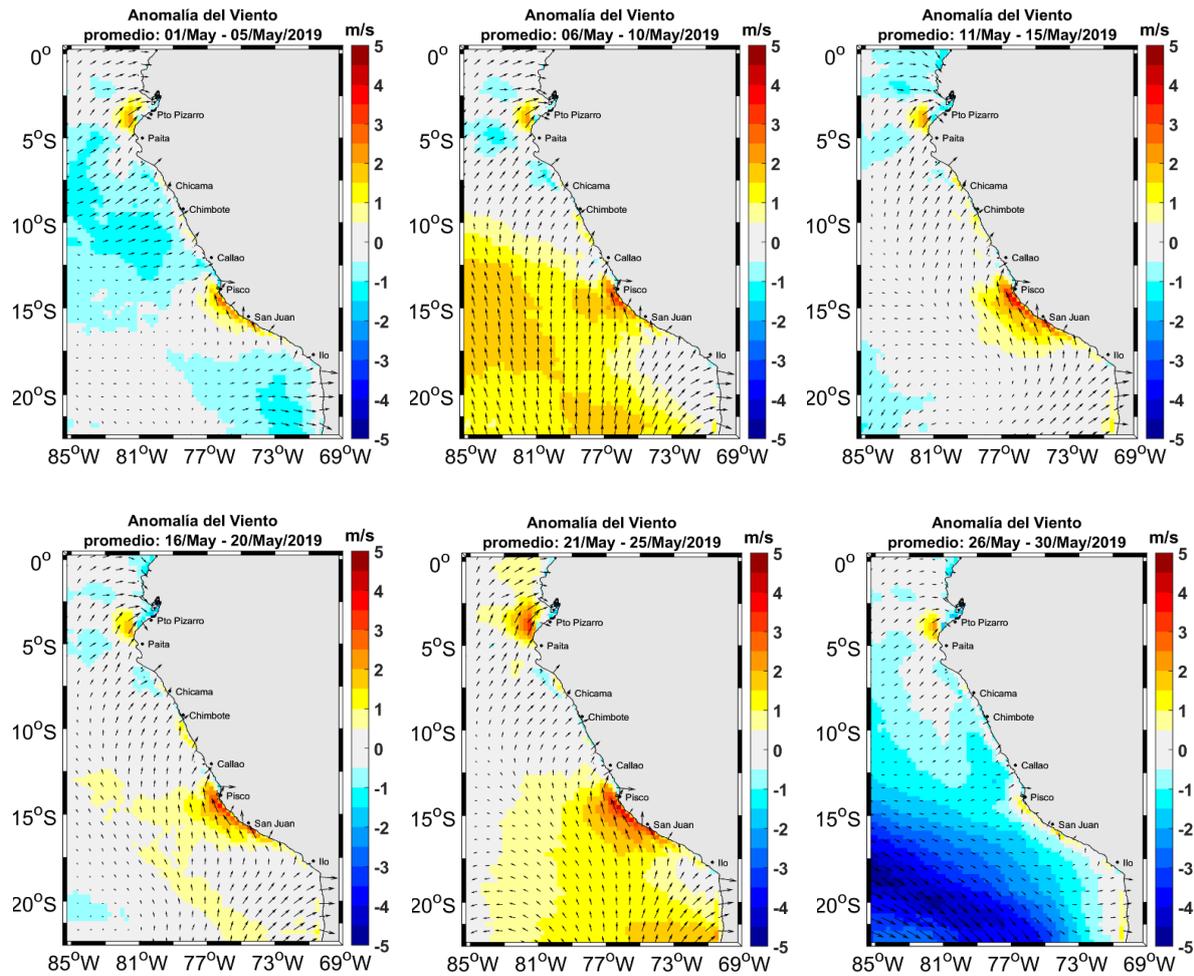


Figura 3.2.1.3. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de mayo del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/05/2019.

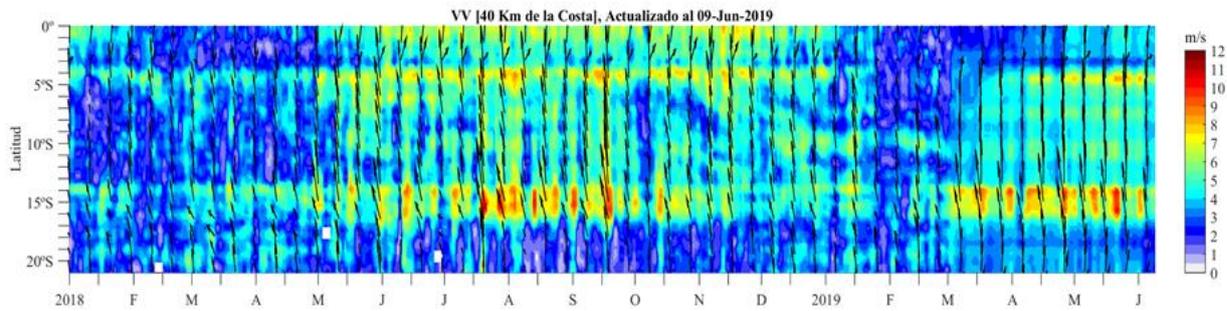


Figura 3.2.1.4 Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 09/06/2019.

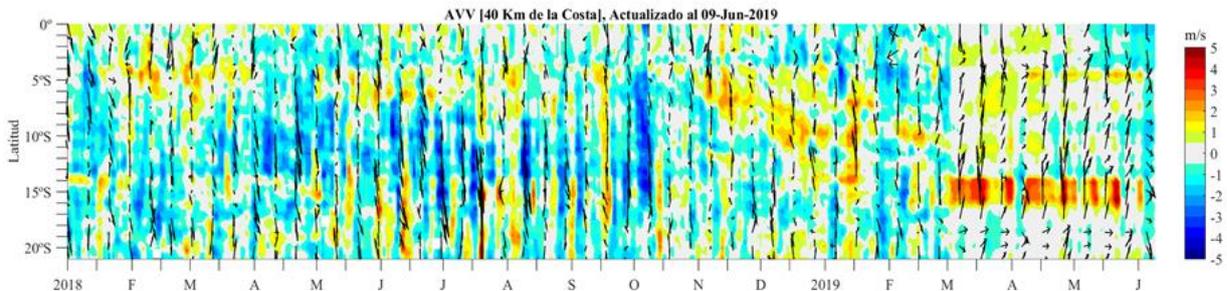


Figura 3.2.1.5 Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 09/06/2019.

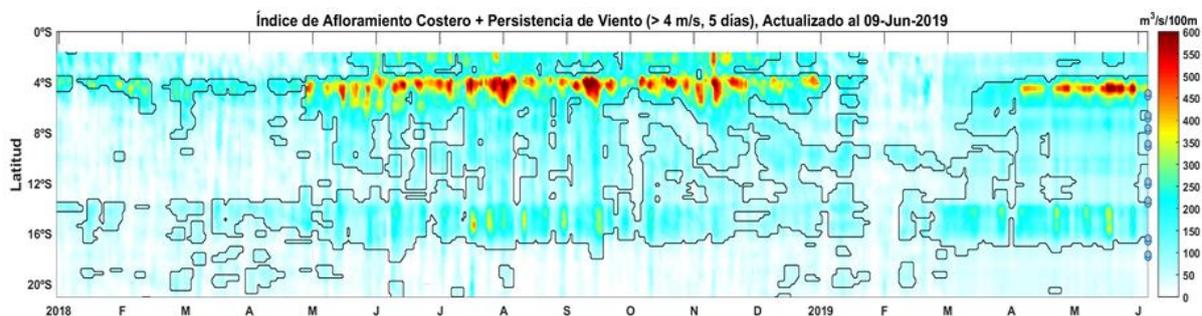


Figura 3.2.1.6. Diagrama de Hovmöller del índice de afloramiento costero ($\text{m}^3/\text{s} \cdot 100\text{m}$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 09/06/2019.

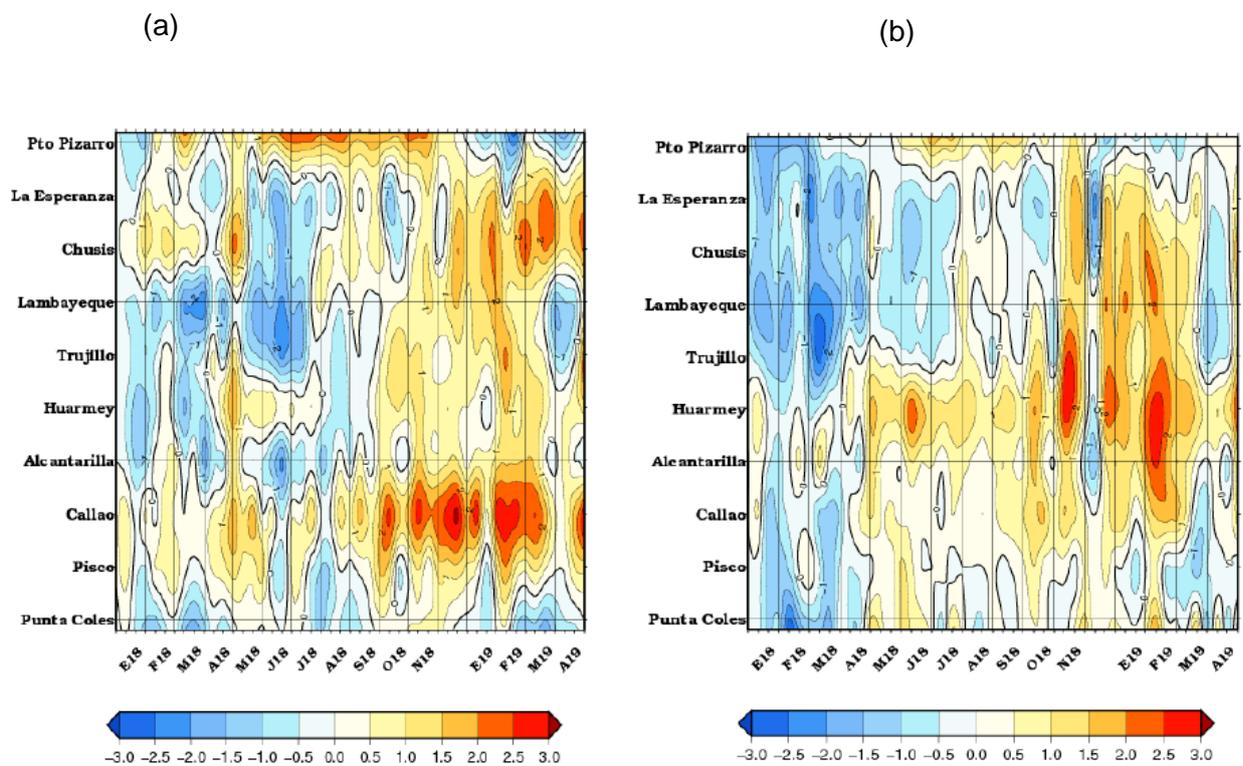


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (Tmax y Tmin) para estaciones costeras a lo largo del litoral del Perú distribuidas desde el norte hacia el sur.
Fuente: SPC/SENAMHI.

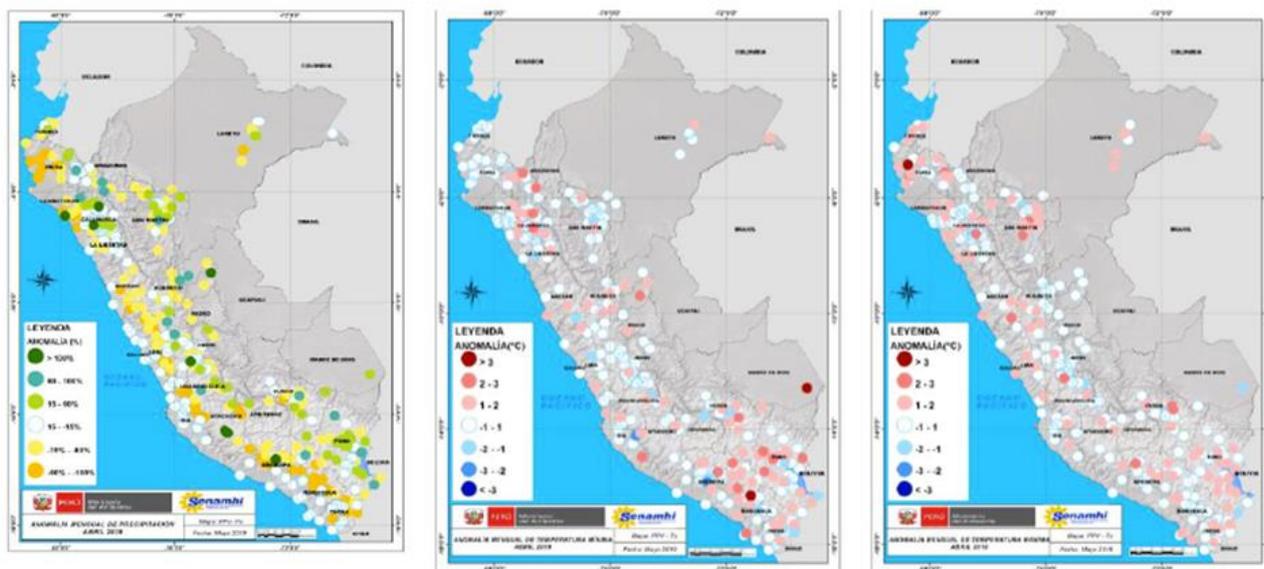


Figura 3.2.3.1. Anomalías termoplumiométricas a nivel nacional para el mes de mayo de 2019. Las anomalías porcentuales de la precipitación, temperatura máxima, y temperatura mínima se muestran en el panel de la izquierda, el centro y la derecha, respectivamente. Fuente: SPC/SENAMHI.

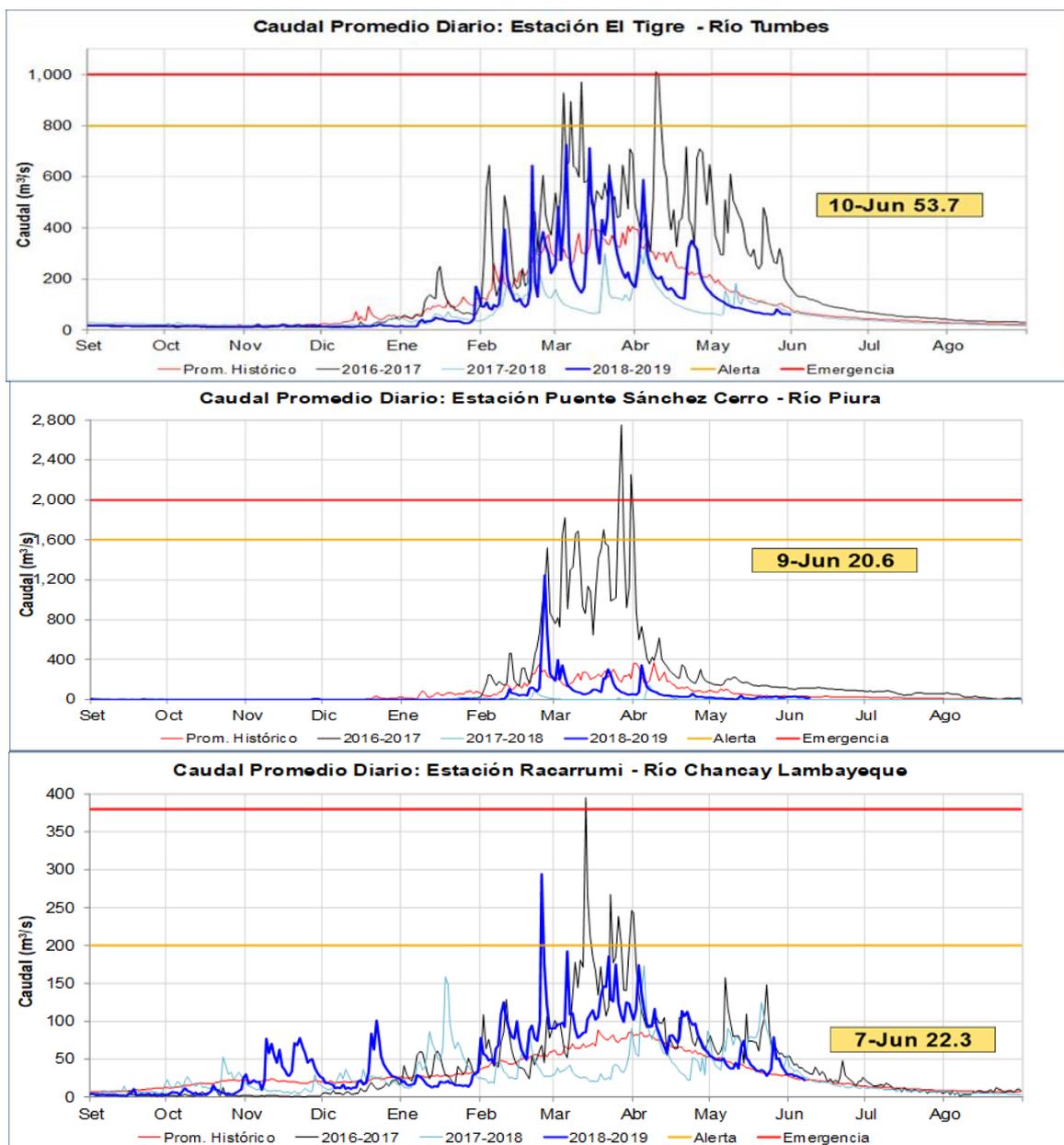


Figura 3.2.3.2. Caudales diarios (m³/s) de los principales ríos del norte del Perú: Tumbes (panel superior), Piura (panel central) y Lambayeque (panel inferior), hasta los primeros días de junio de 2019. Las líneas azules indican caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA

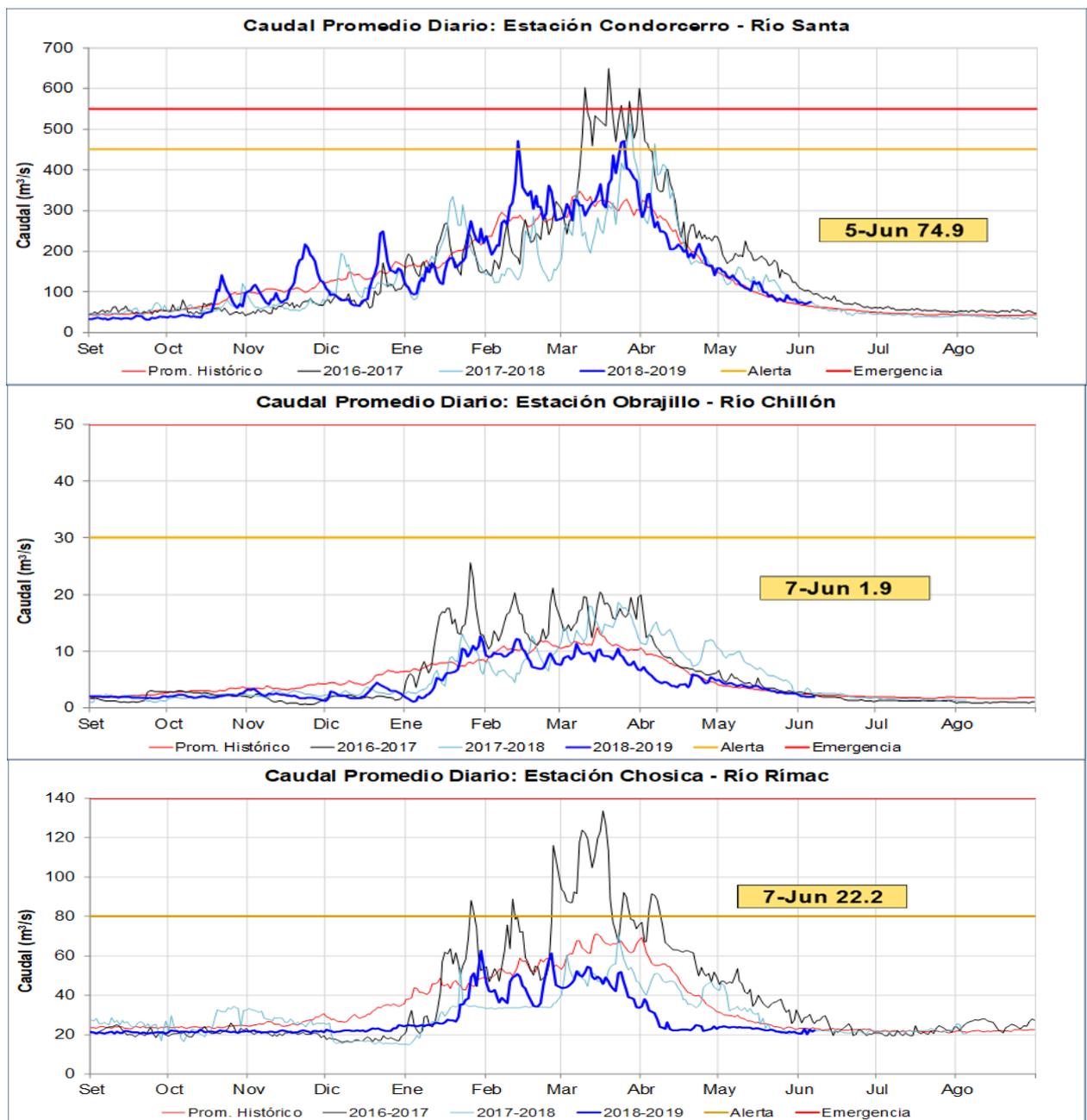


Figura 3.2.3.3 Caudales diarios (m^3/s) de principales ríos del centro del Perú: Santa (panel superior), Chillón (panel central) y Rimac (panel inferior), hasta los primeros días de junio de 2019. Líneas azules: caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años húmedos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

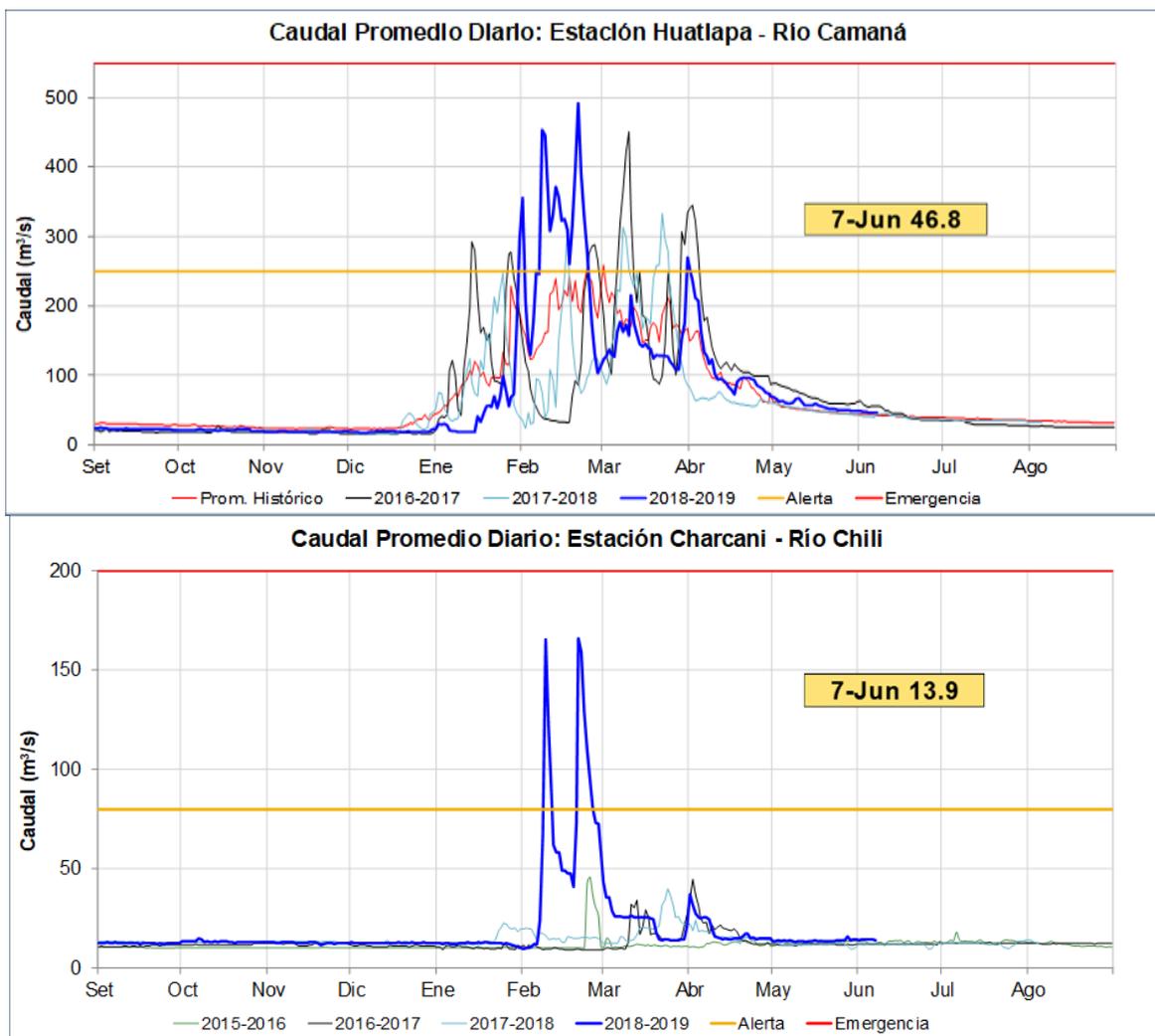
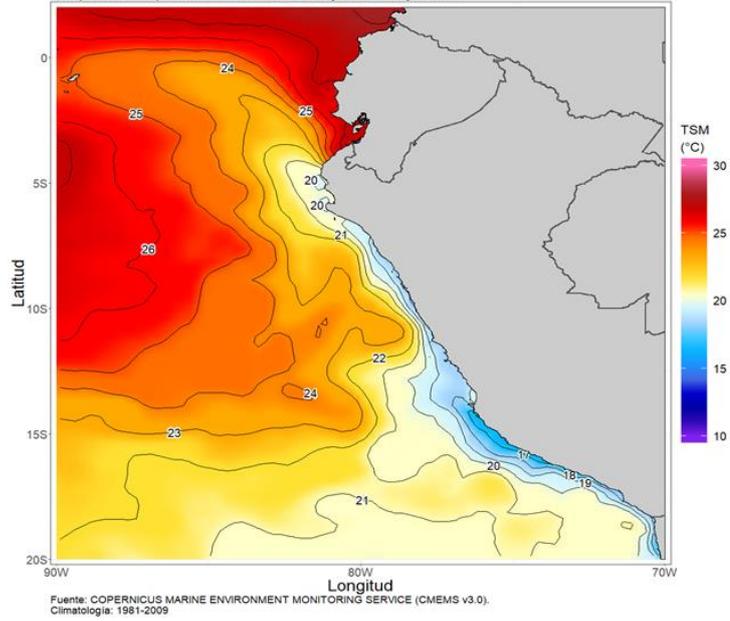


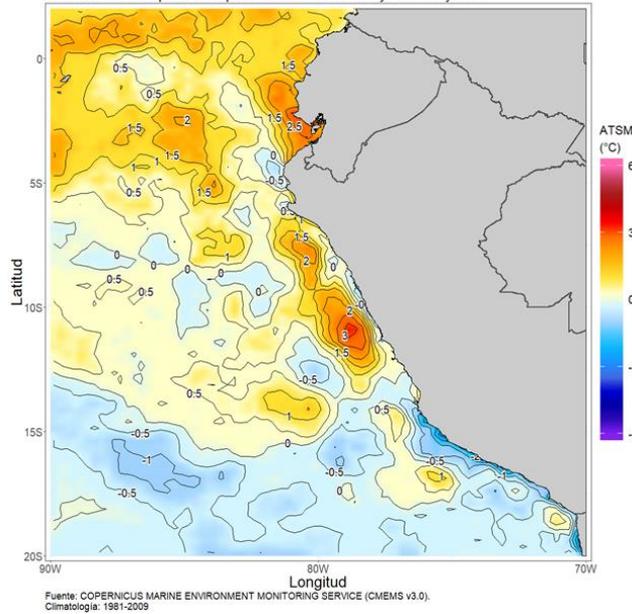
Figura 3.2.3.4 Caudales diarios (m³/s) de principales ríos del sur del Perú: Camaná (panel superior) y Chilli (panel inferior), hasta los primeros días de junio de 2019. Líneas azules: caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN
Dpto. de Oceanografía - Div. Oceanografía
Temperatura Superficial del Mar: del 01-Mayo al 31-Mayo-2019



a)

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN
Dpto. de Oceanografía - Div. Oceanografía
Anomalia de la Temperatura Superficial del Mar: del 01-Mayo al 31-Mayo-2019



b)

Figura 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.

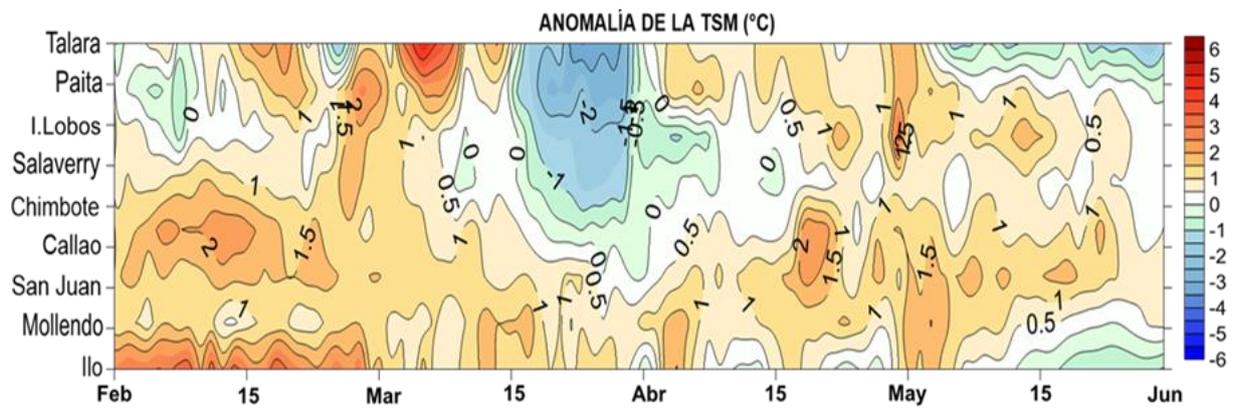


Figura 3.2.4.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el litoral de Perú. Desde febrero hasta mayo de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

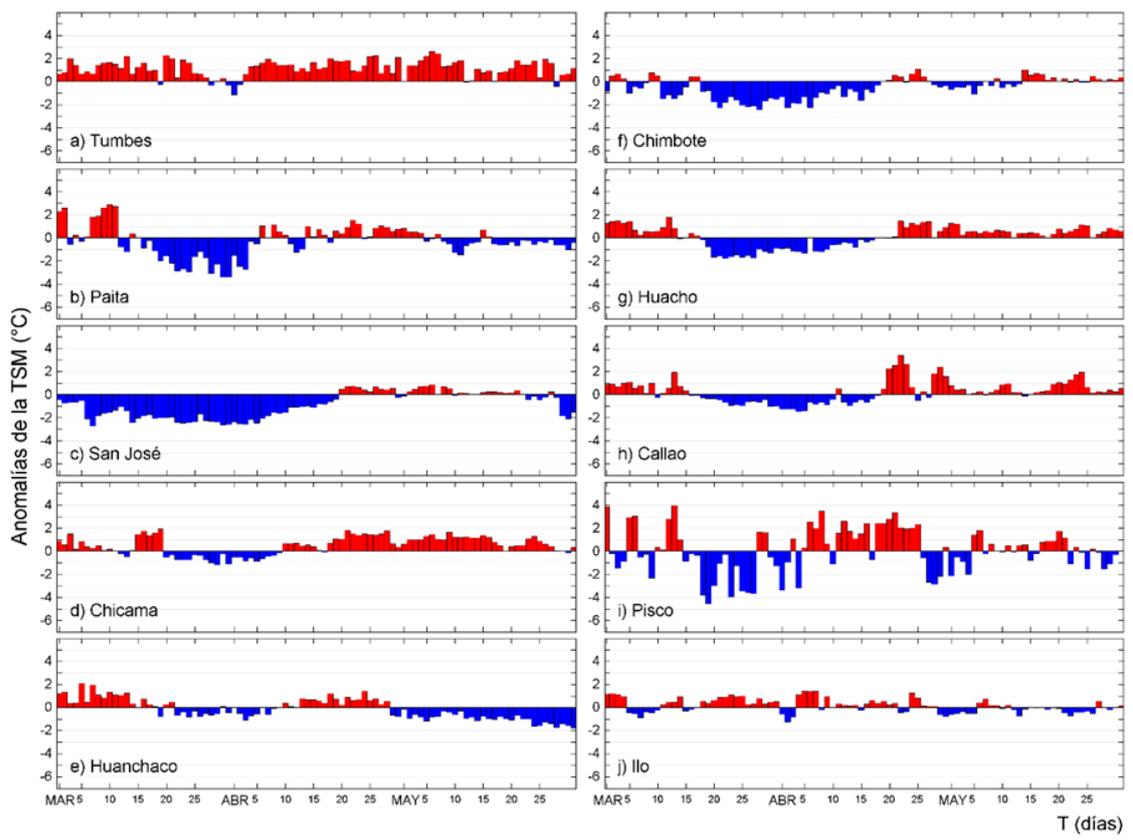


Figura 3.2.4.3. Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en la red de estaciones costeras del IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

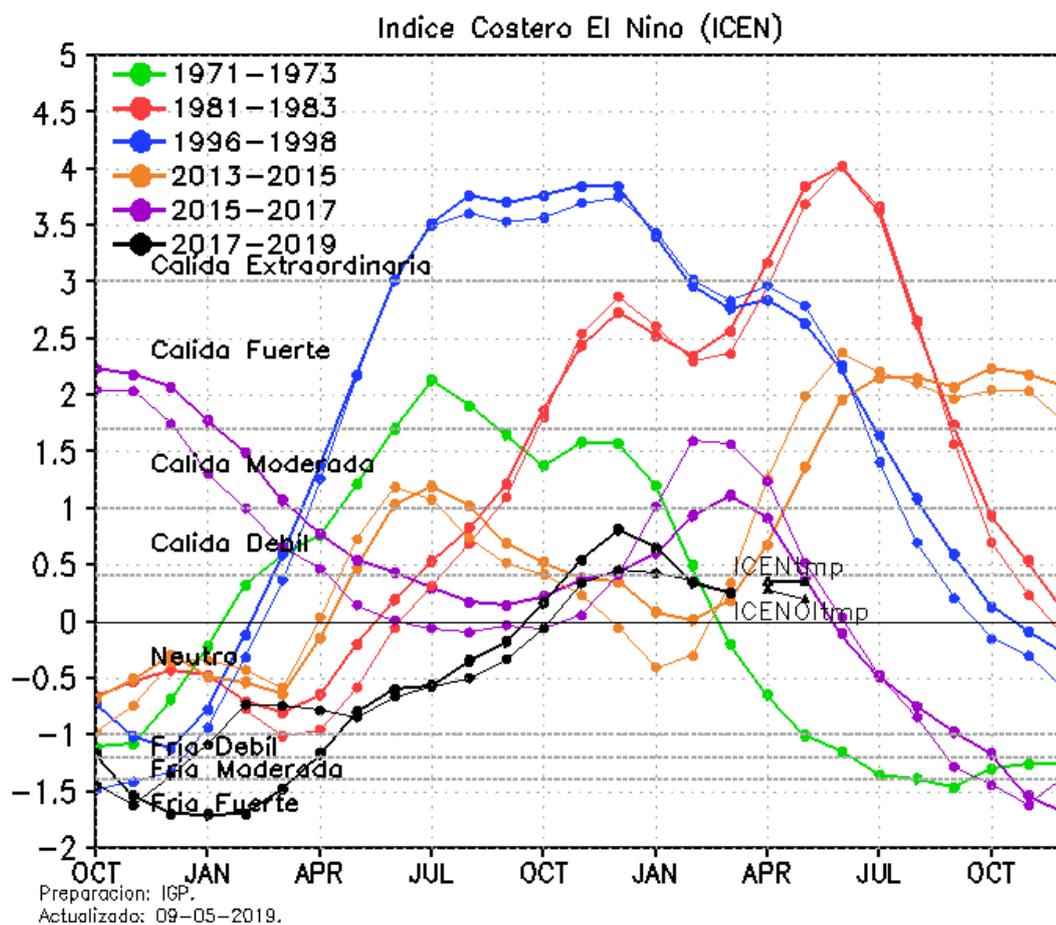


Figura 3.2.4.4 Variabilidad temporal ICEN para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2017-2019 (negro).
Fuente: IGP

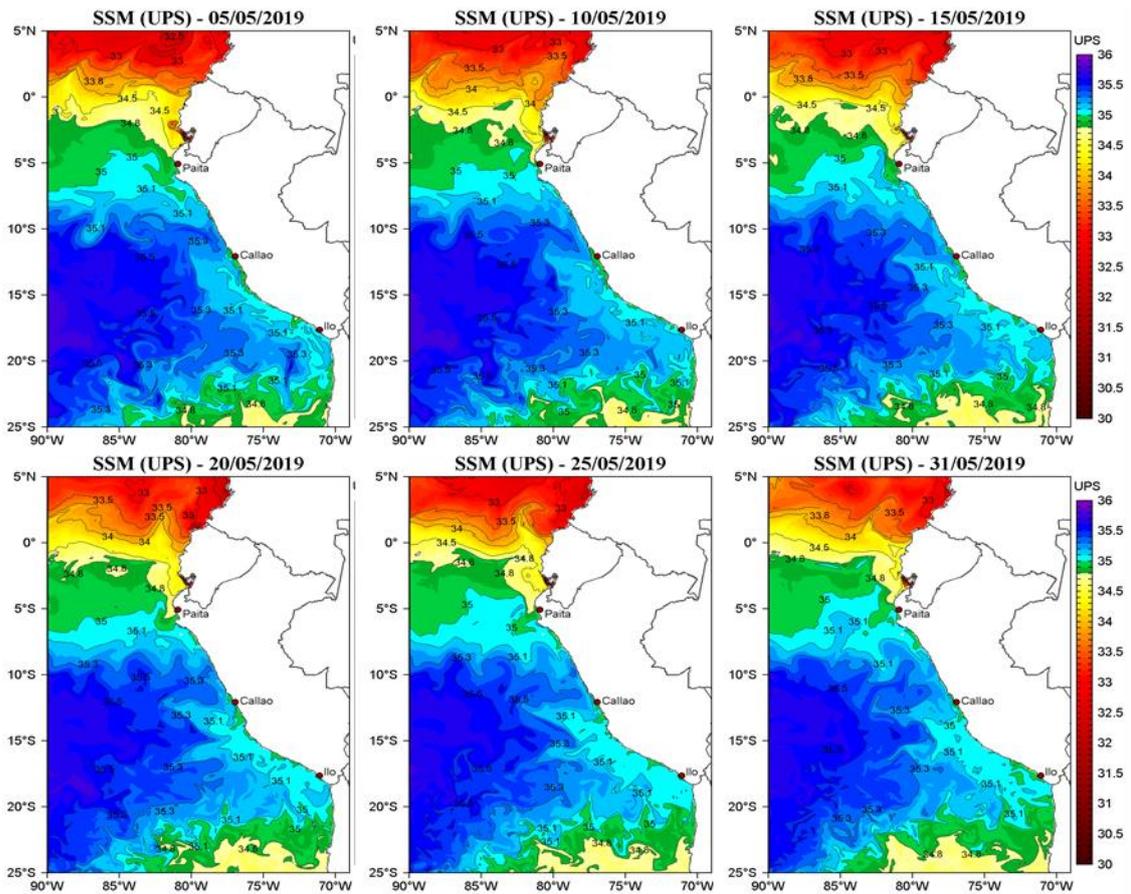


Figura 3.2.4.5. Distribución espacial de la salinidad superficial del mar (SSM), durante los días (de izquierda a derecha y de arriba a abajo) 05, 10, 15, 20, 25 y 31 de mayo de 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

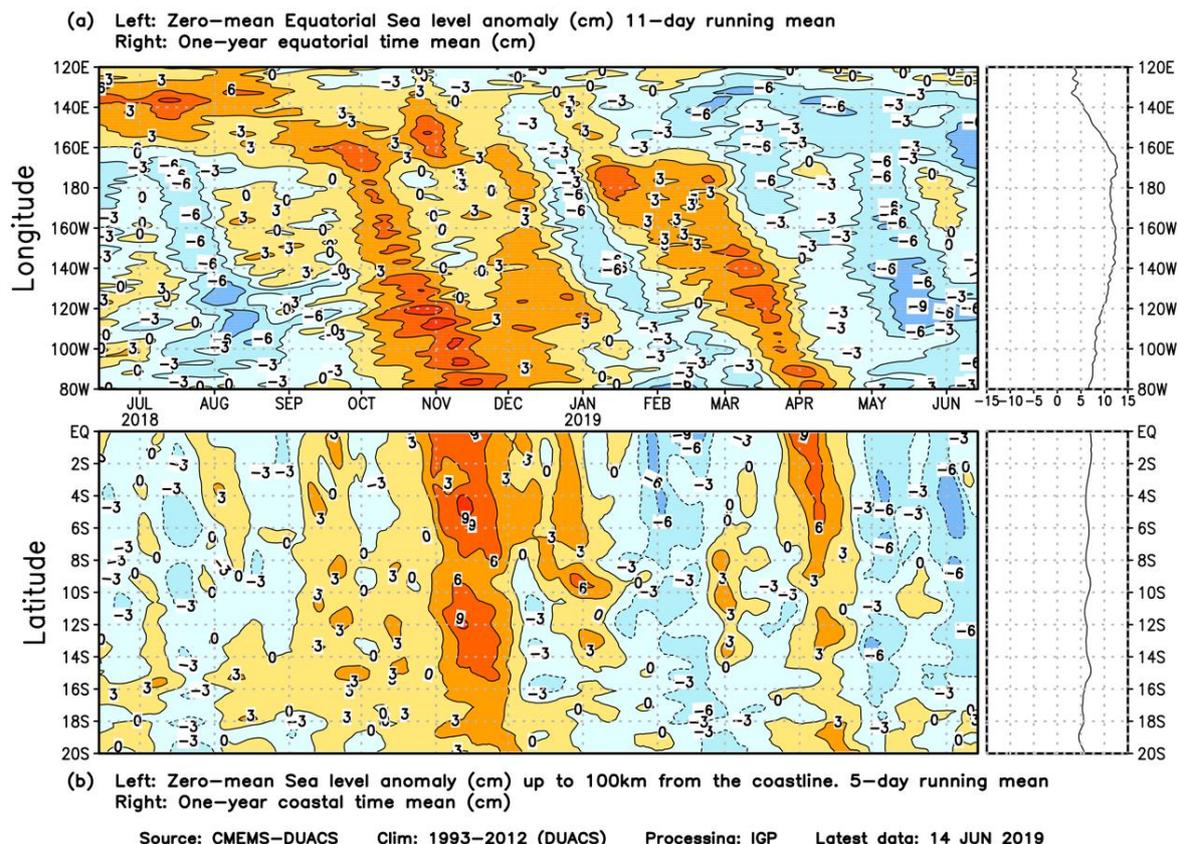


Figura 3.2.4.6. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), que fueron sustraídos a las figuras de la izquierda, respectivamente. Las unidades están centímetros.

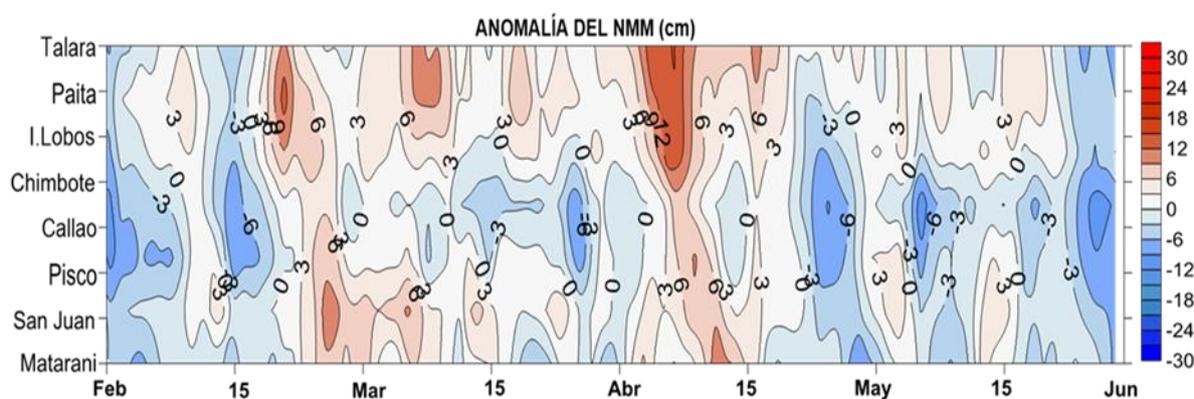


Figura 3.2.4.7. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar en el litoral de Perú. De febrero a mayo de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

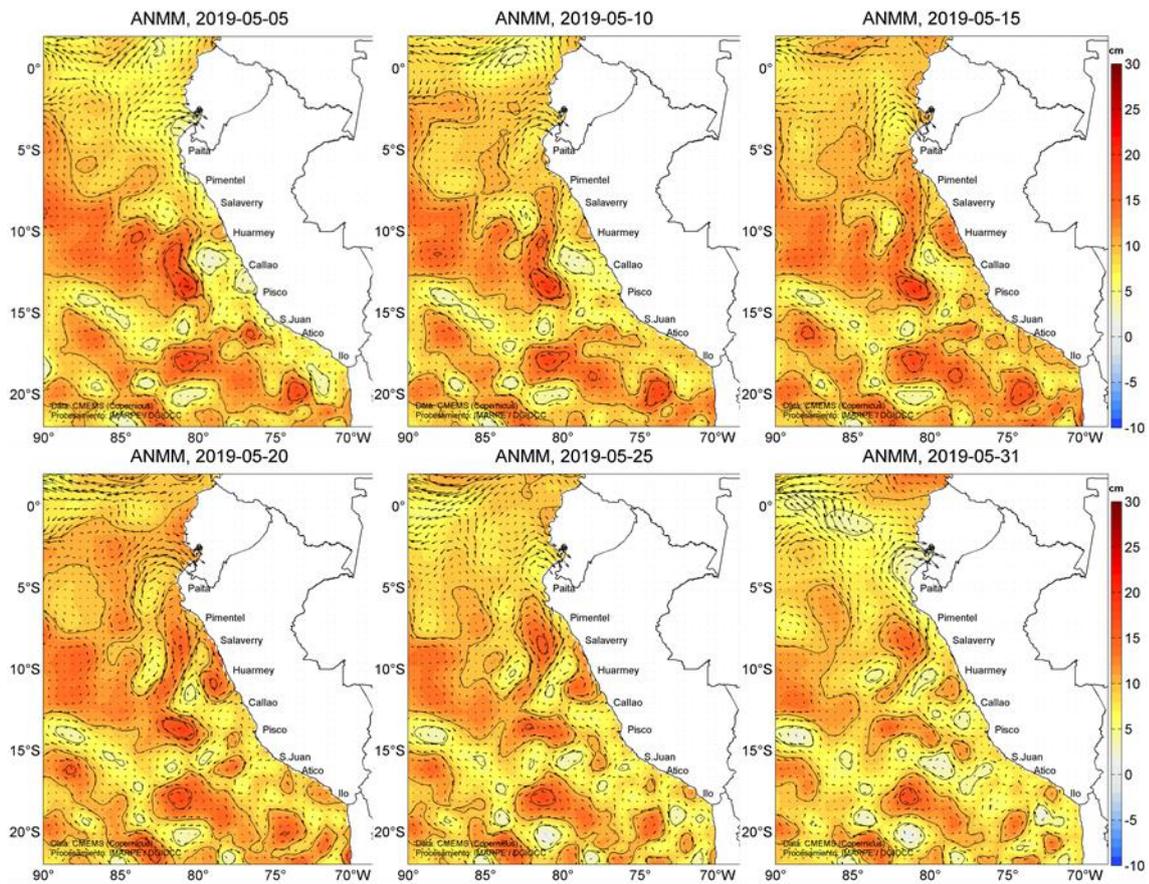


Figura 3.2.4.8. Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de mayo de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

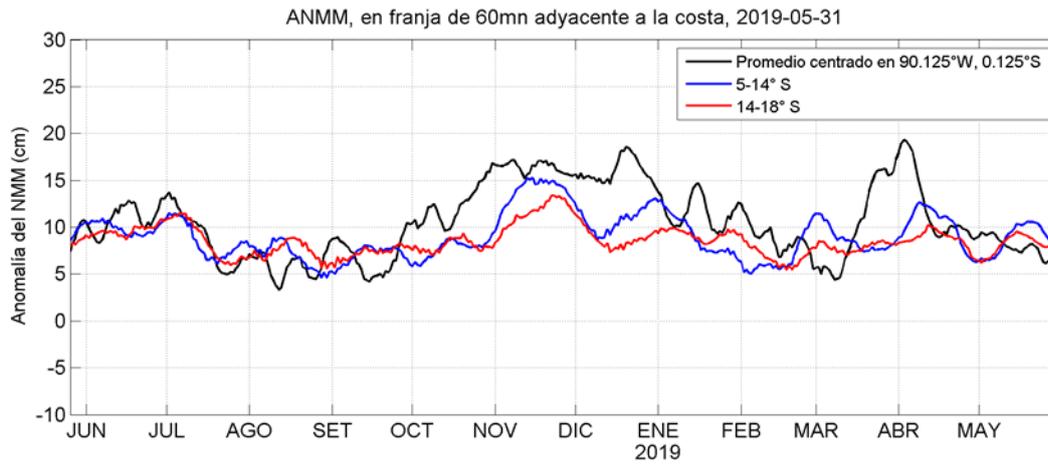


Figura 3.2.4.9. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 31 de mayo del 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

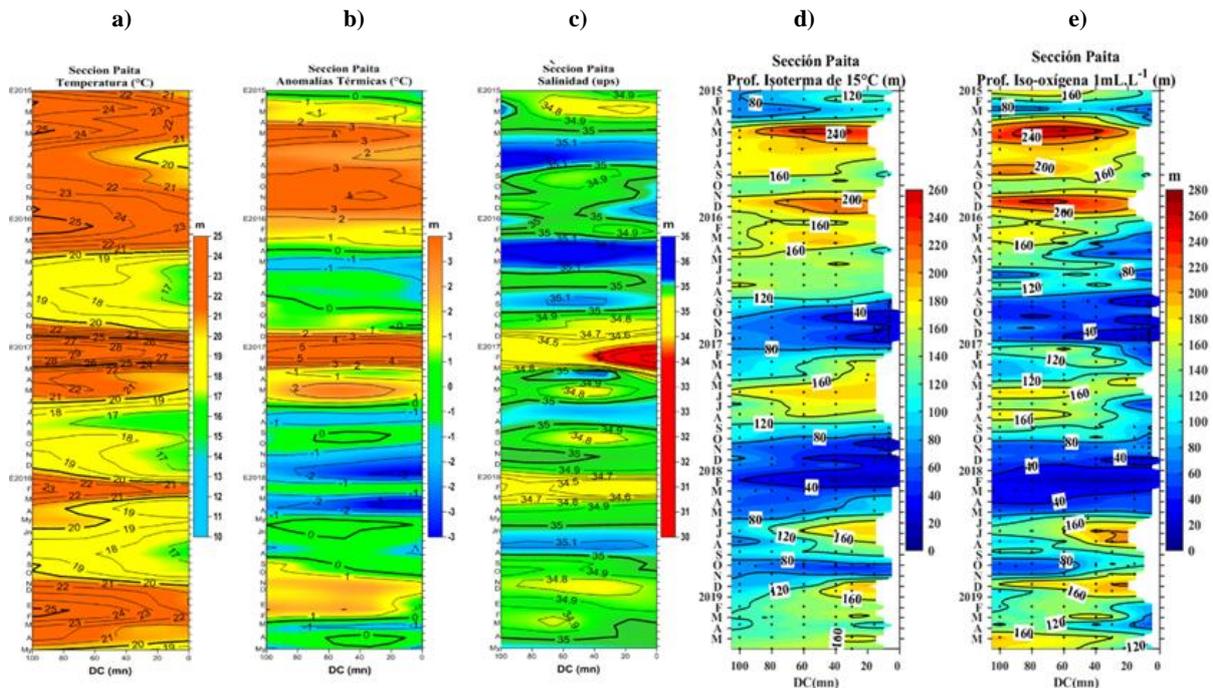


Figura 3.2.5.1. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) ASSM, y e) Profundidad de la iso-oxígena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta mayo del 2019

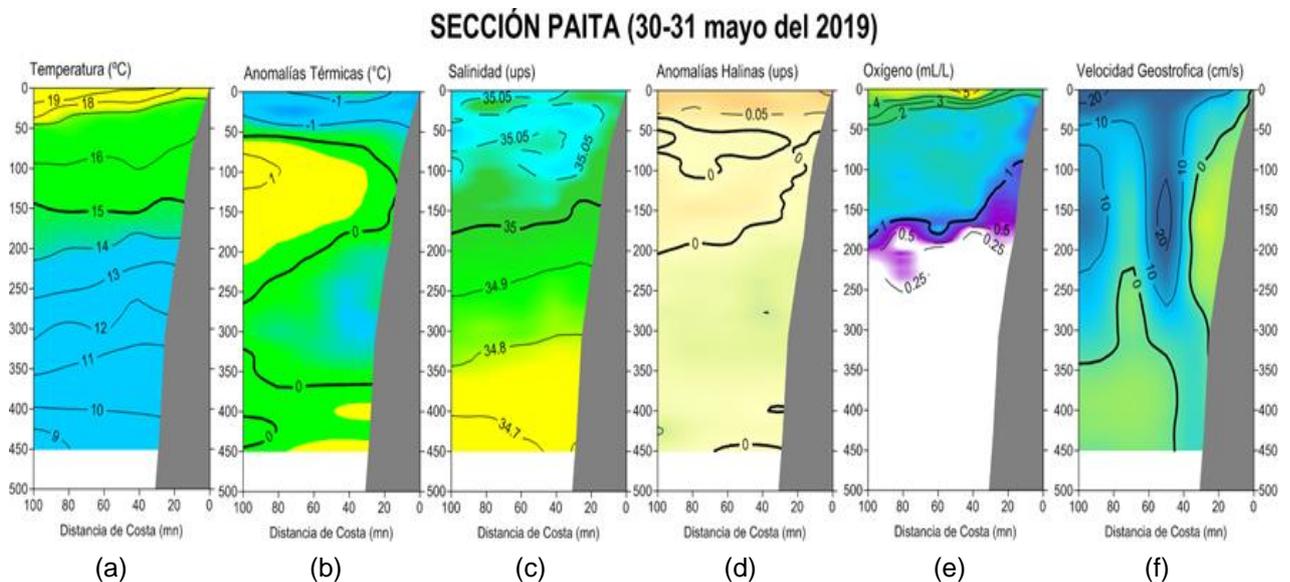


Figura 3.2.5.2. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L⁻¹) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 30 y 31 de mayo de 2019. Fuente: IMARPE.

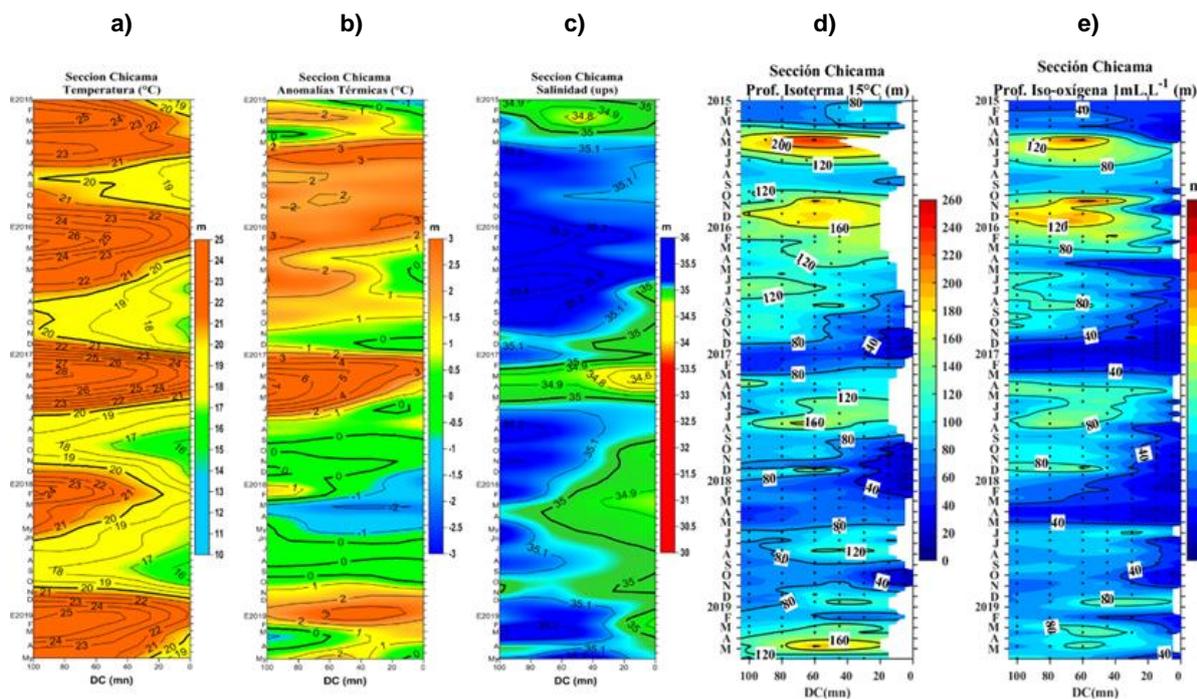


Figura 3.2.5.3. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta mayo del 2019

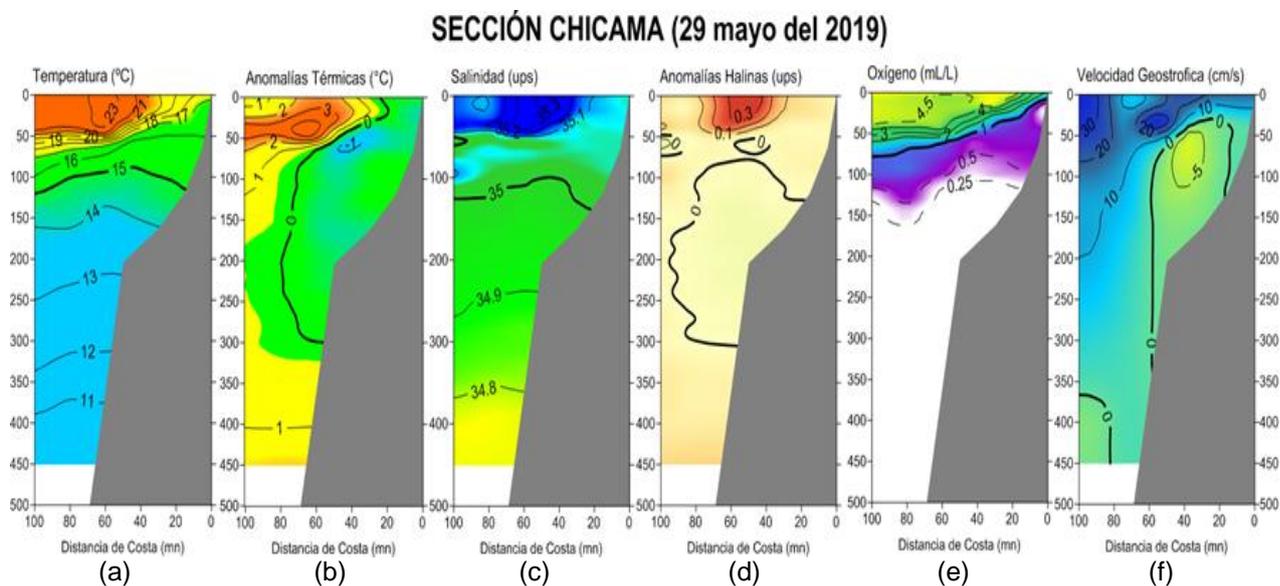


Figura 3.2.5.4. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L⁻¹) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 29 de mayo de 2019. Fuente: IMARPE.

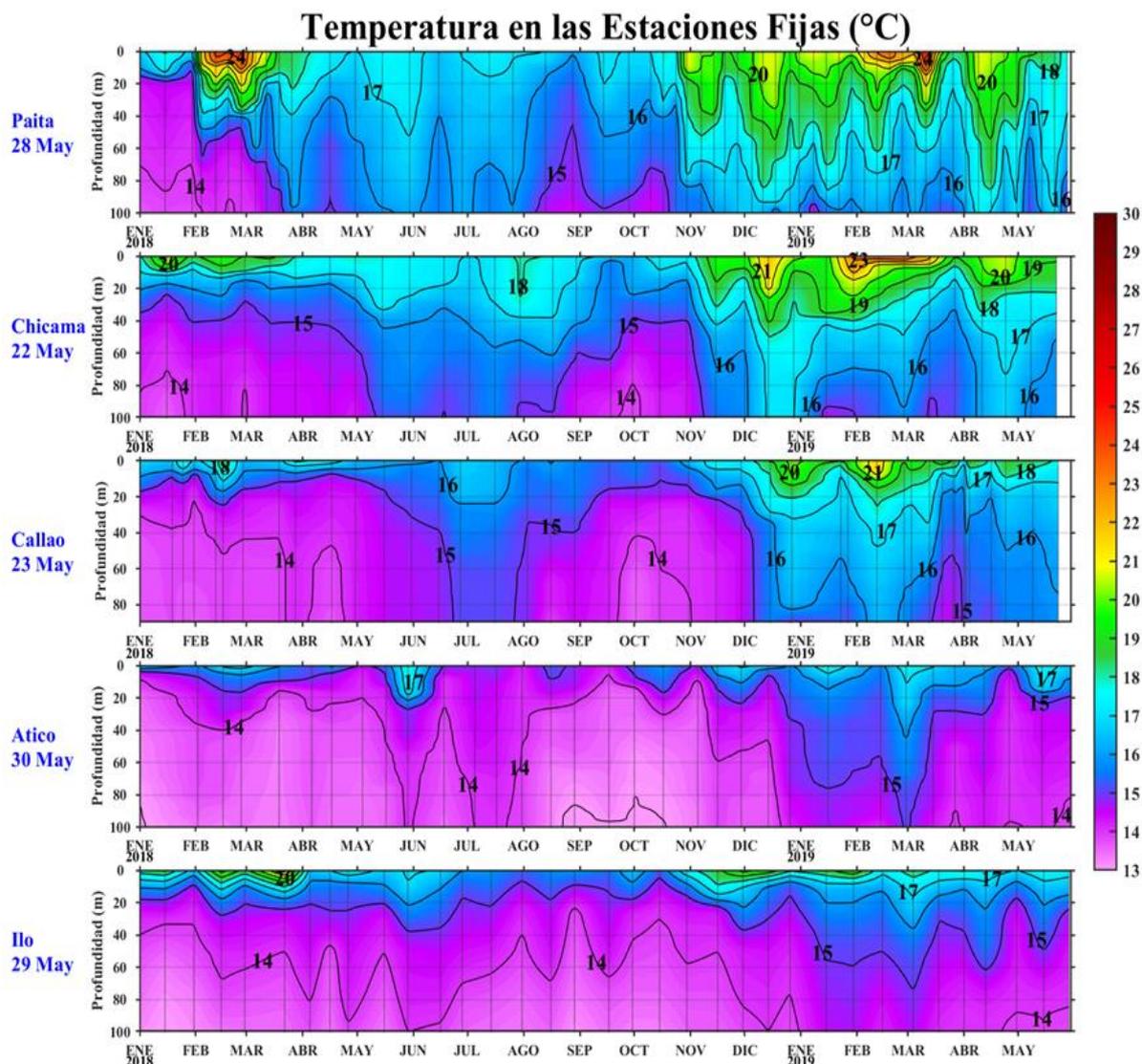


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo, de enero de 2018 a mayo de 2019, de la estructura térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

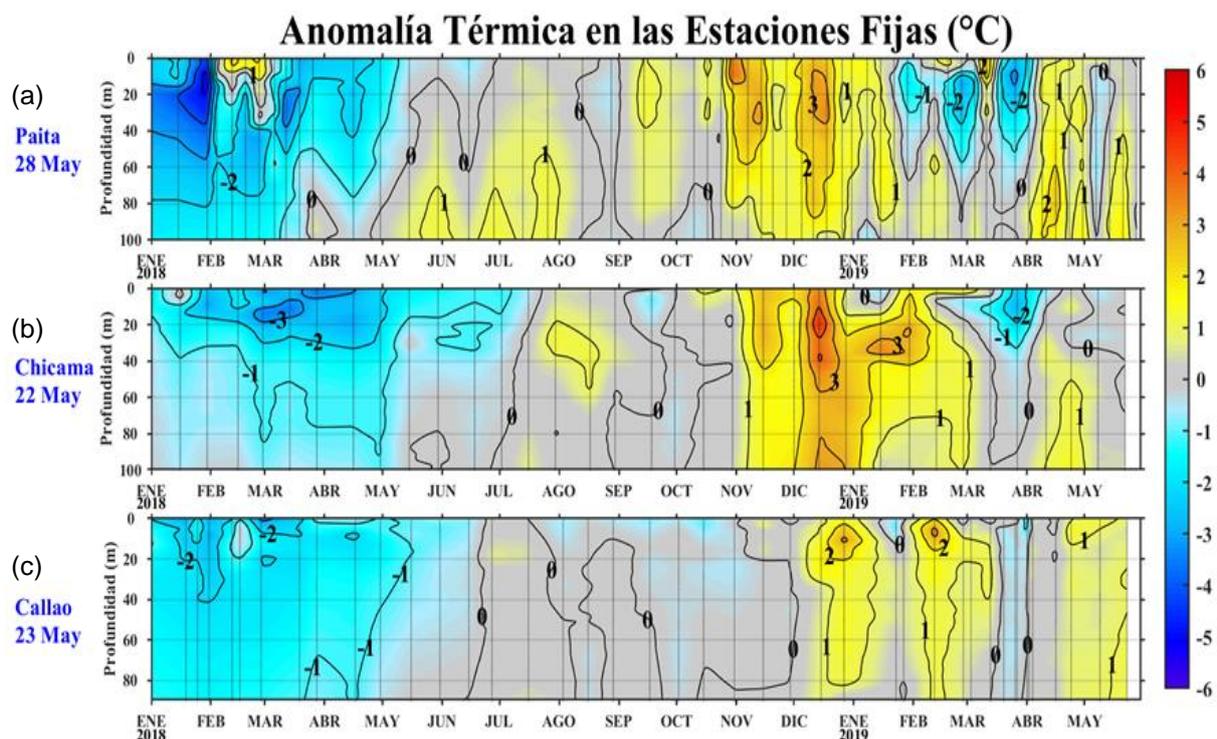


Figura 3.2.5.6 . Series de tiempo, de enero de 2018 a mayo de 2019, de la anomalía térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama y Callao.

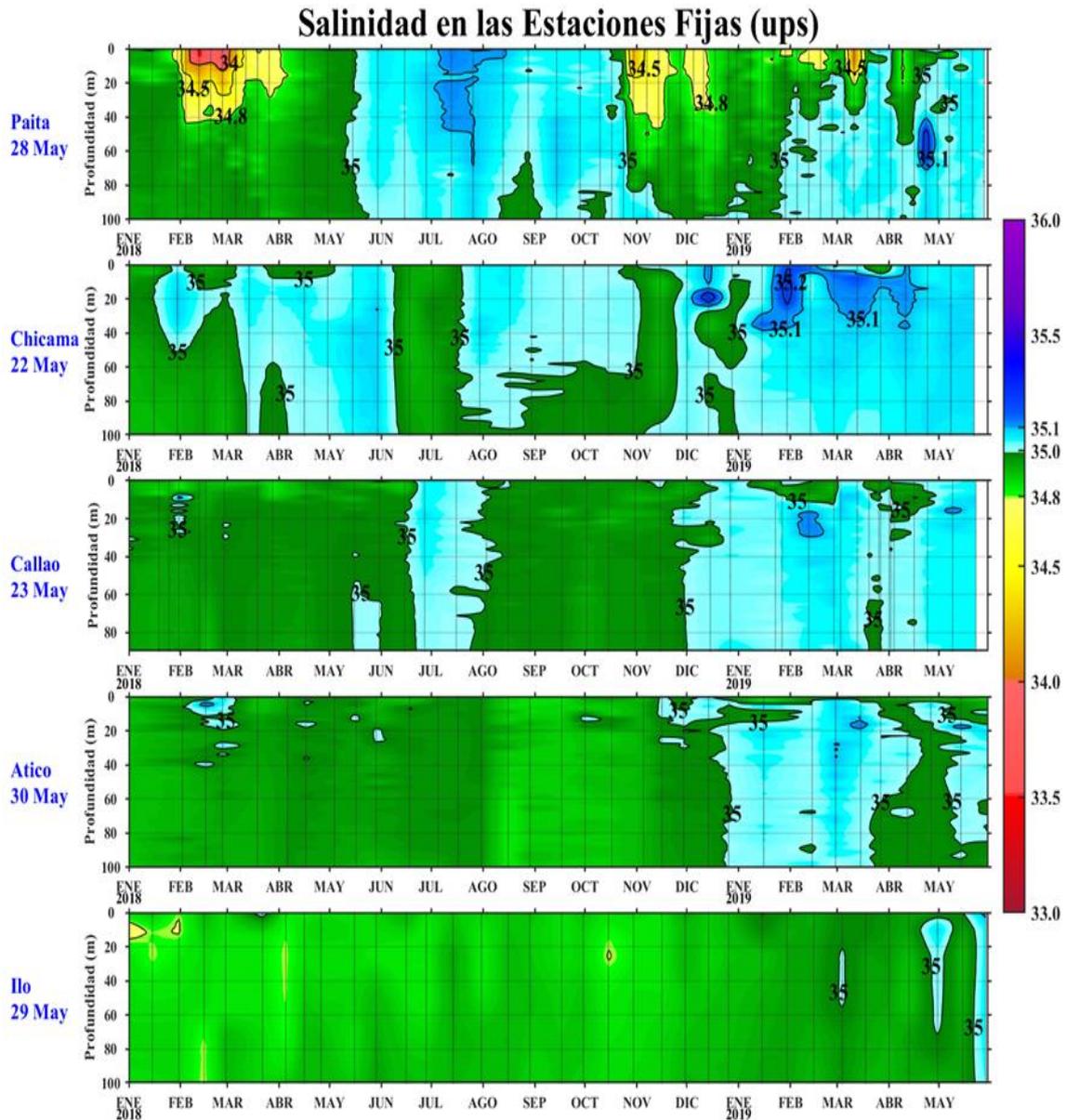


Figura 3.2.5.7 . Series de tiempo, de enero de 2018 a mayo de 2019, de la salinidad del agua de mar (ups) en las Estaciones Fijas de Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

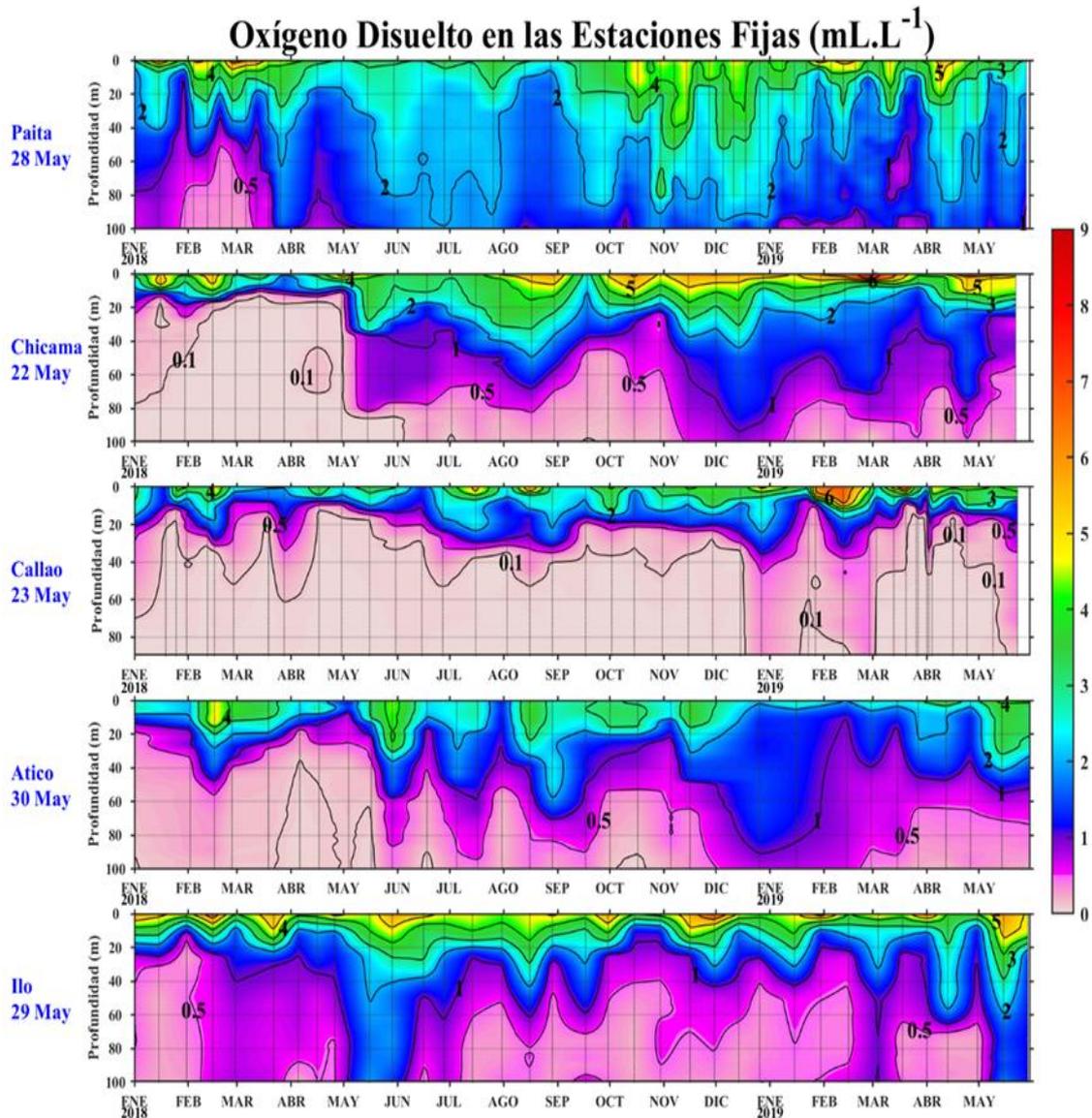


Figura 3.2.5.8 . Series de tiempo, de enero de 2018 a mayo de 2019, de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L⁻¹) en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

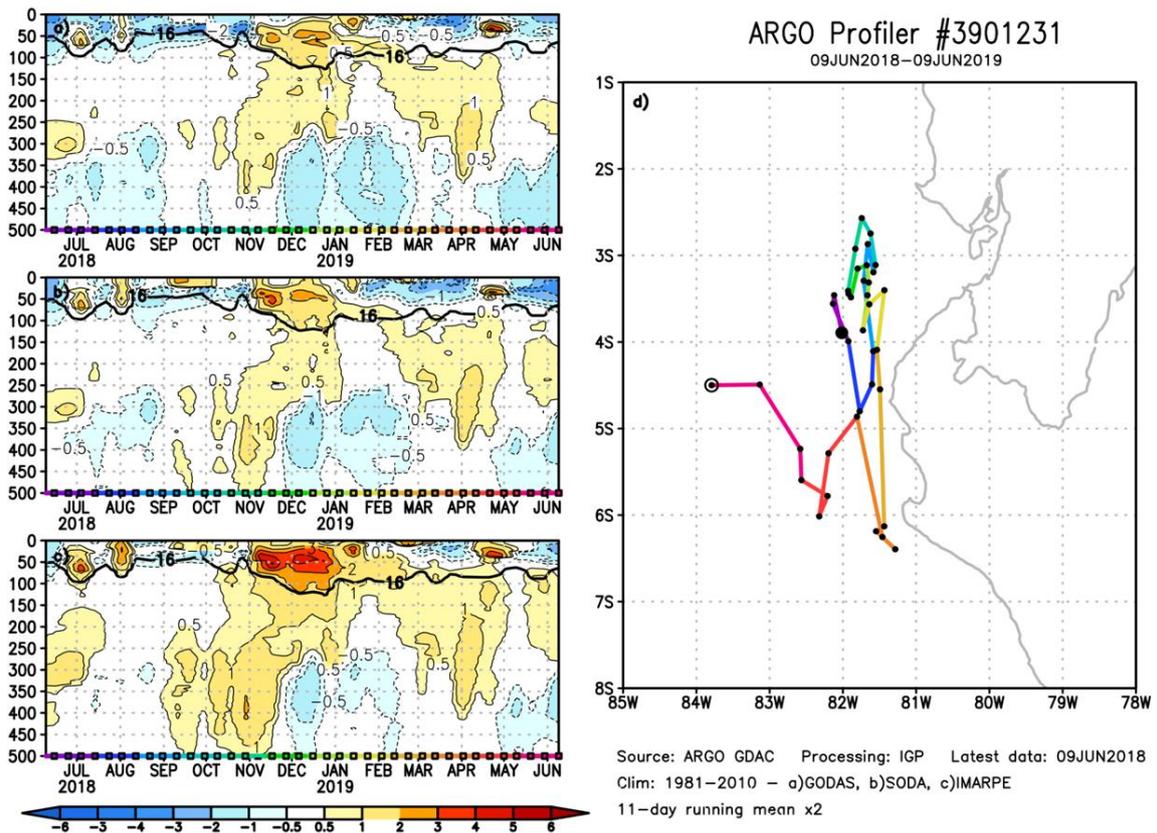


Figura 3.2.5.9. (Izquierda) Perfiles verticales de anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. (Derecha) Trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días, en donde el círculo abierto indica la última posición del flotador.

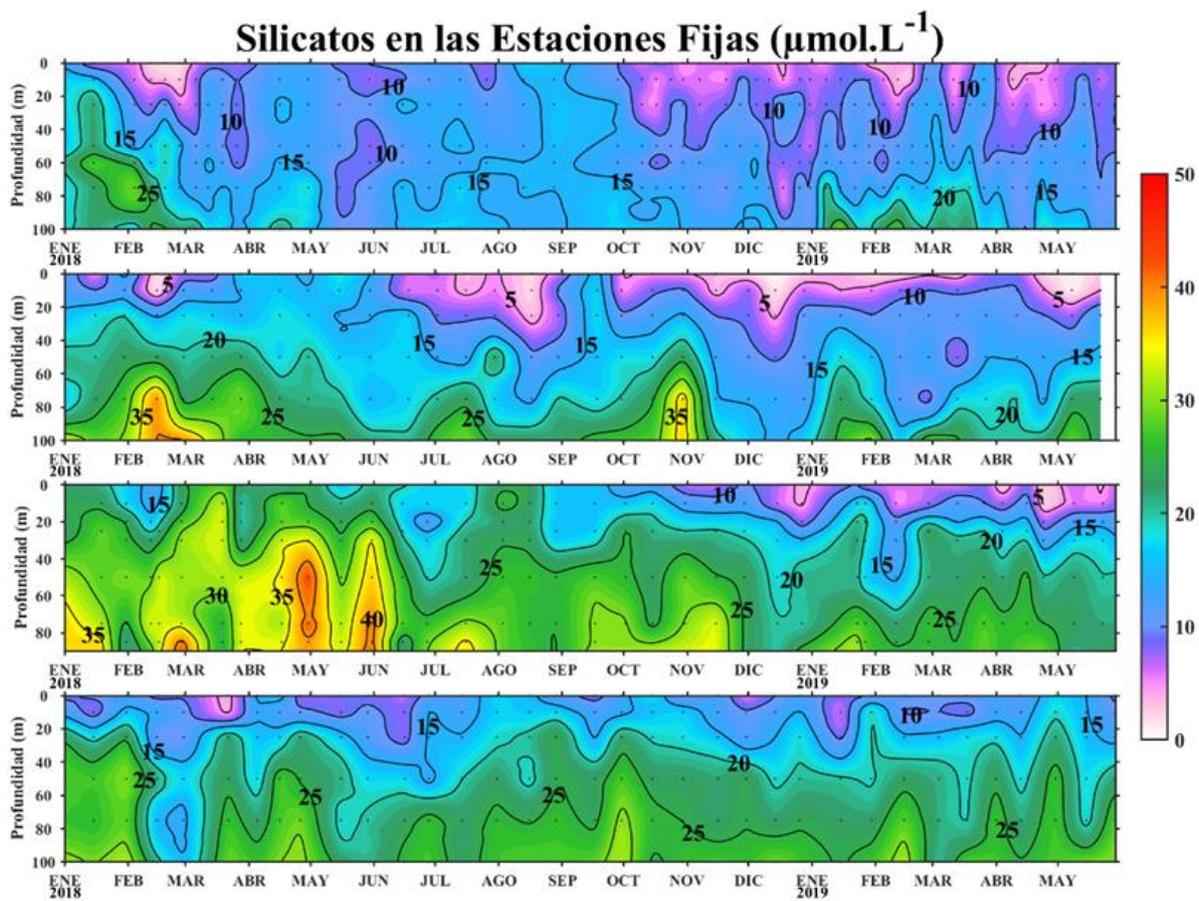


Figura 3.2.6.1. Concentración de silicatos en $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas, de arriba a abajo, Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a mayo 2019.

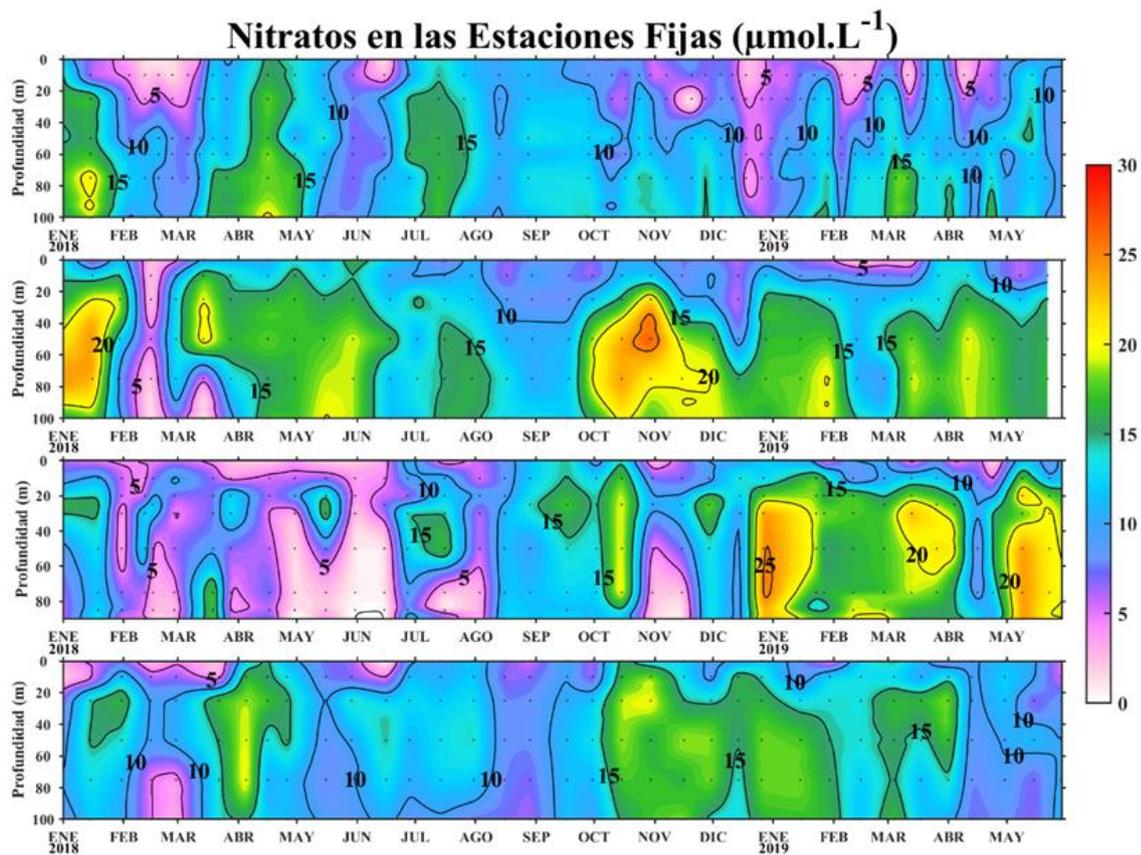


Figura 3.2.6.2. Concentración de nitratos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas, de arriba a abajo, Paíta, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a mayo 2019.

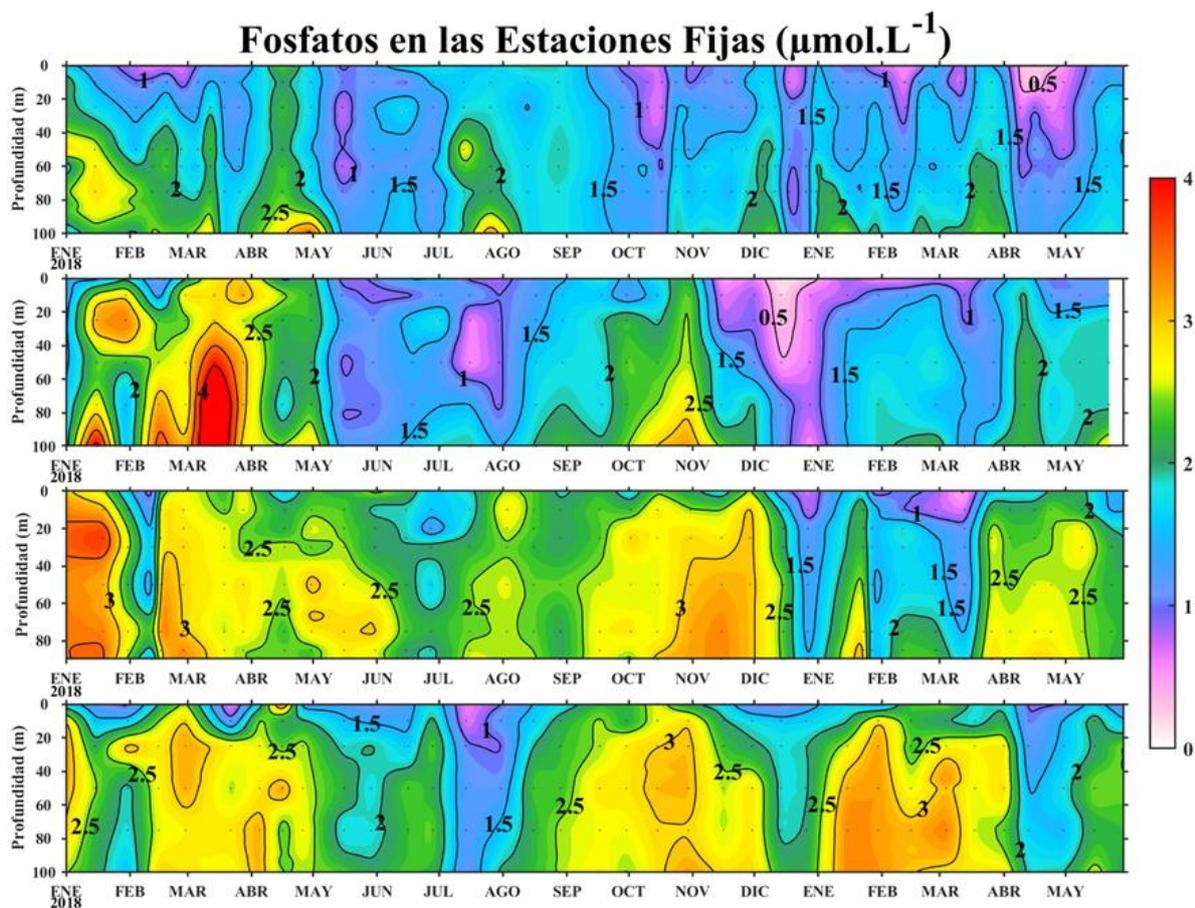


Figura 3.2.6.3. Concentración de fosfatos en $\mu\text{mol L}^{-1}$ en las Estaciones Fijas, de arriba a abajo, Paíta, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a mayo 2019.

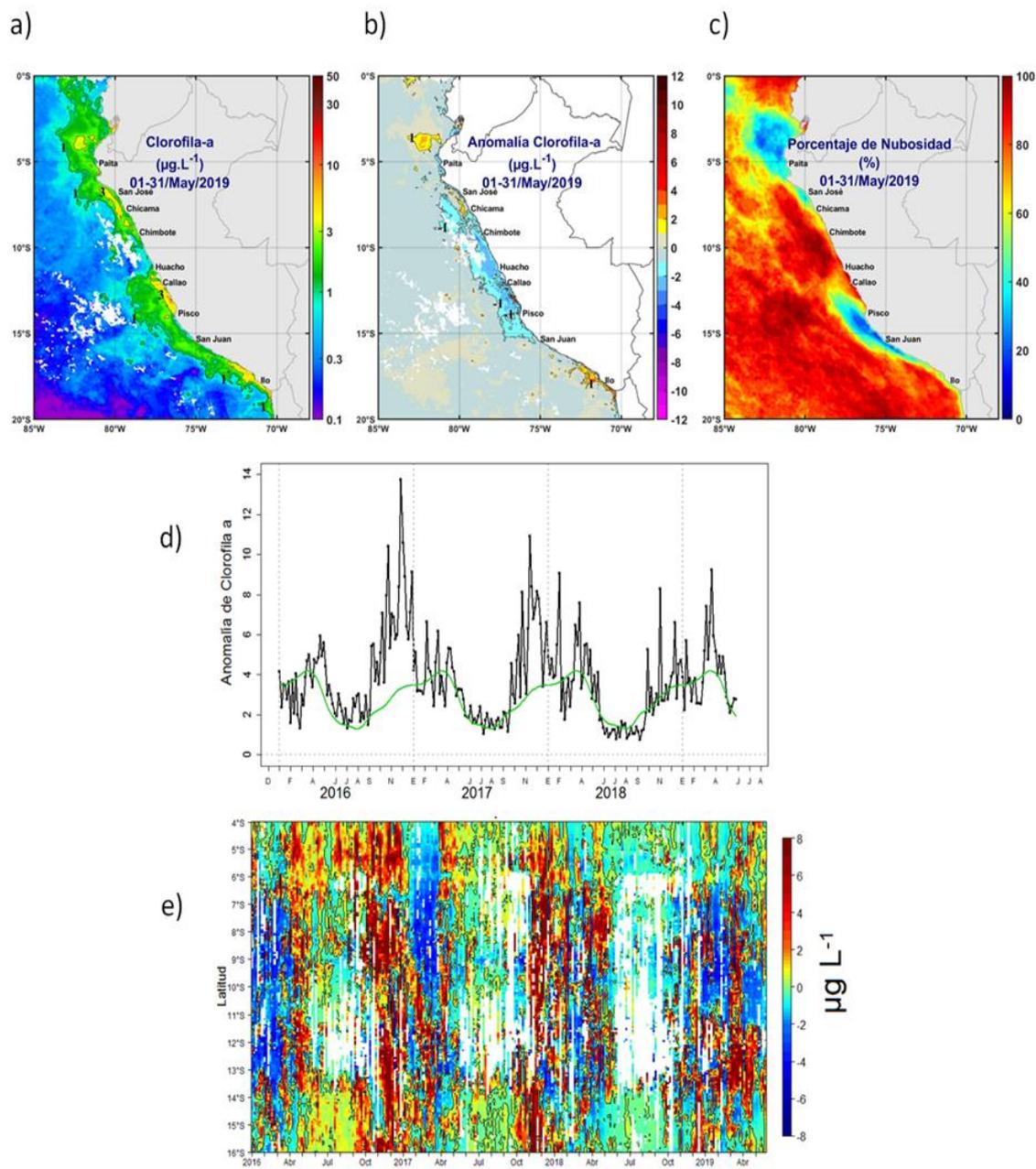


Figura 3.2.6.4. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de la clorofila-a obtenida del satélite MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante mayo de 2019. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea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

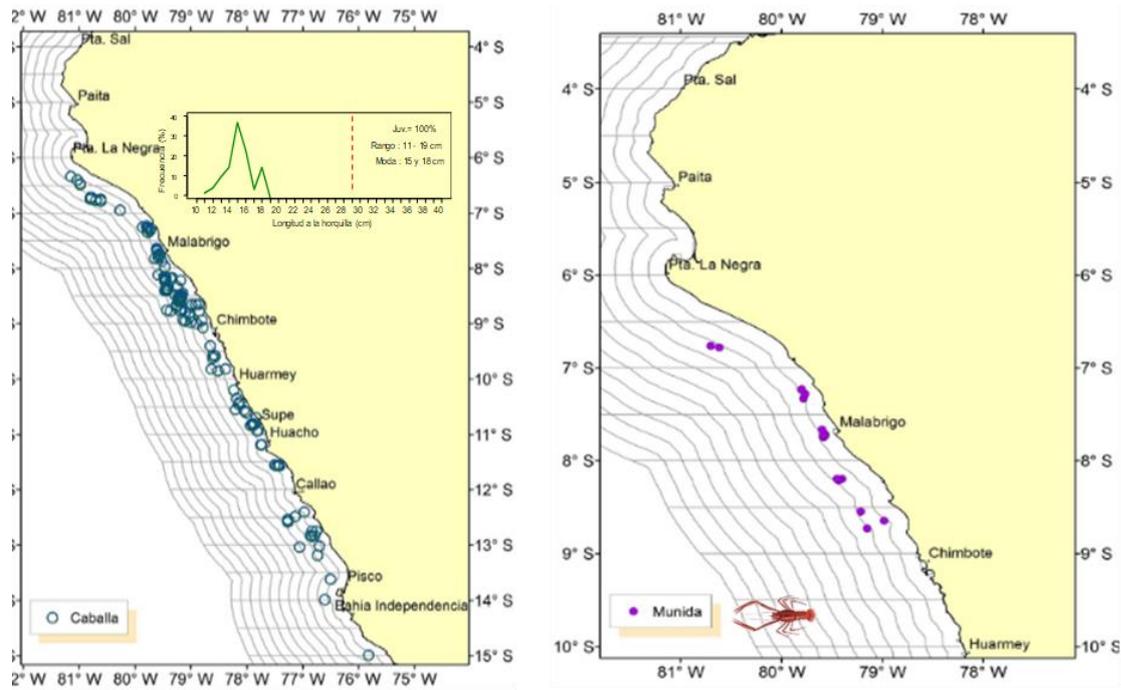


Figura 3.2.7.2. (a) Distribución espacial del recurso caballa durante el 28 de abril al 5 de mayo de 2019 y (b) distribución de munida durante el mismo periodo (b). Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.

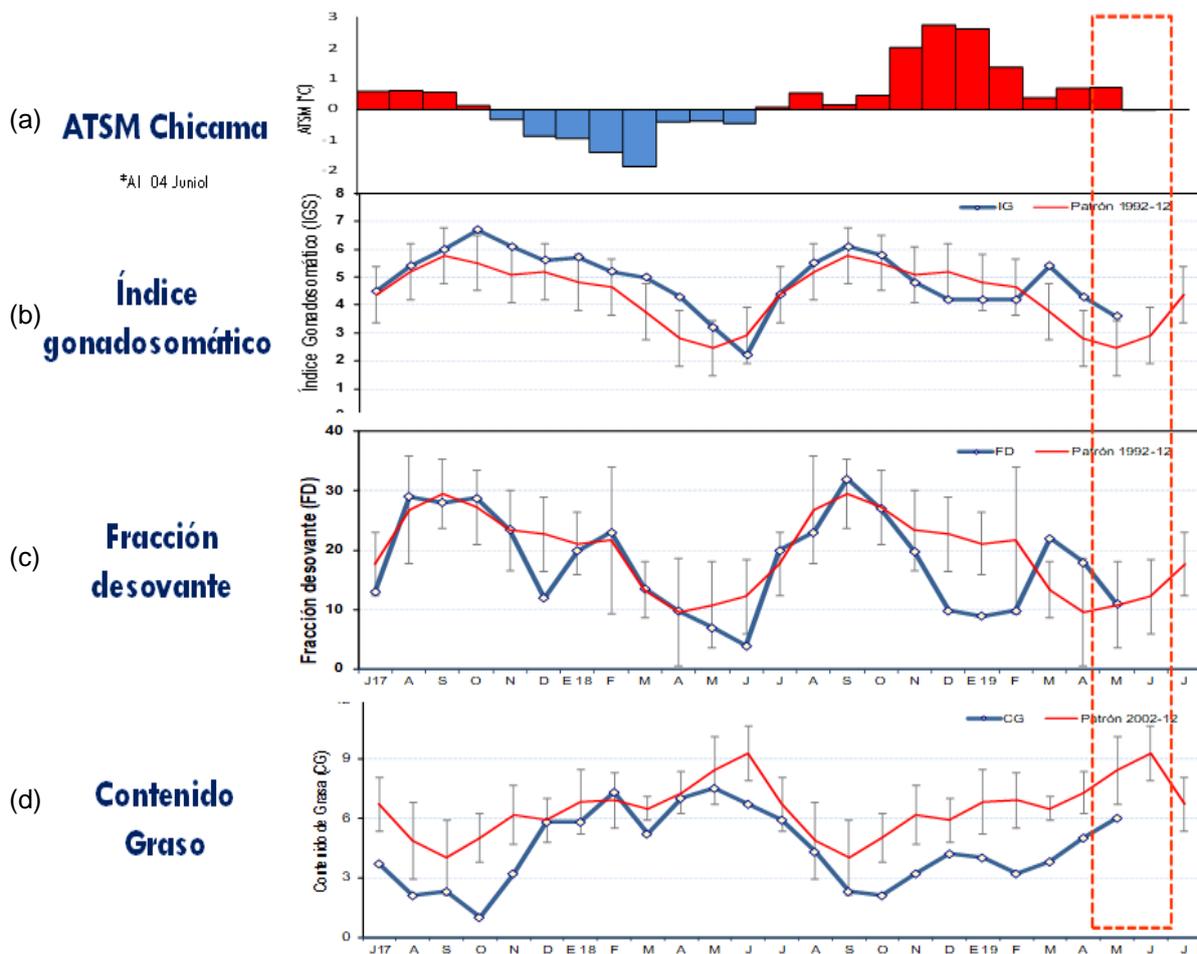


Figura 3.2.7.3 a) Anomalía de la TSM (°C) en Chicama. Indicadores reproductivos: b) Índice Gonado somático (IGS), c) Fracción Desovante (FD) y d) contenido graso del stock norte – centro del recurso anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – mayo 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

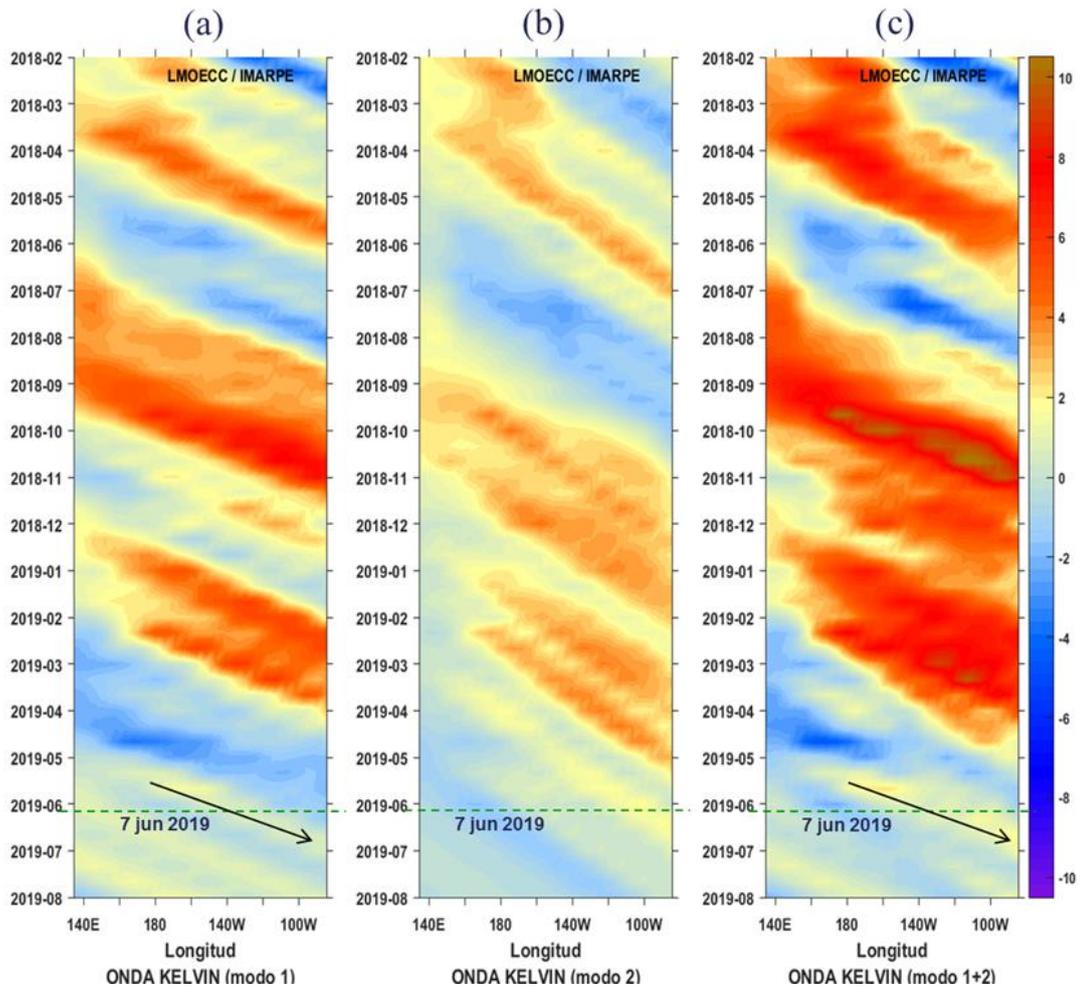


Figura 4.2.1. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento.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

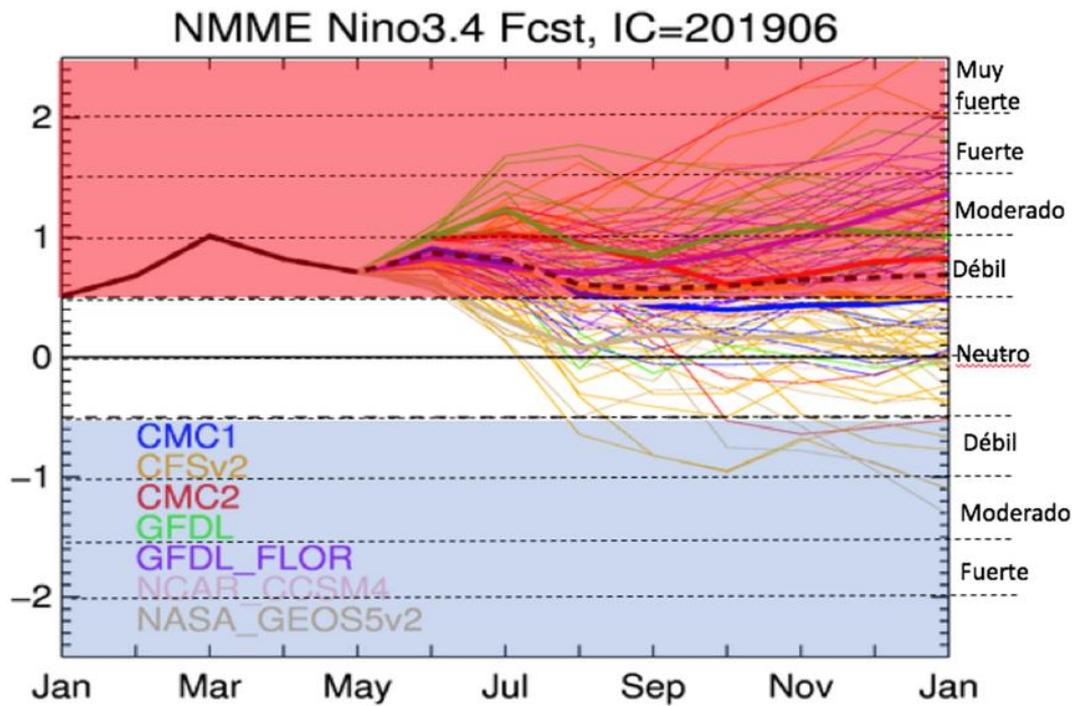


Figura 4.2.2. Índice Niño 3.4 mensual observado (línea negra continua) y pronosticado por los modelos de NMME. Los pronósticos de los modelos numéricos son indicados con líneas de distinto color mientras que el promedio de estos se grafica con una línea negra entrecortada. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

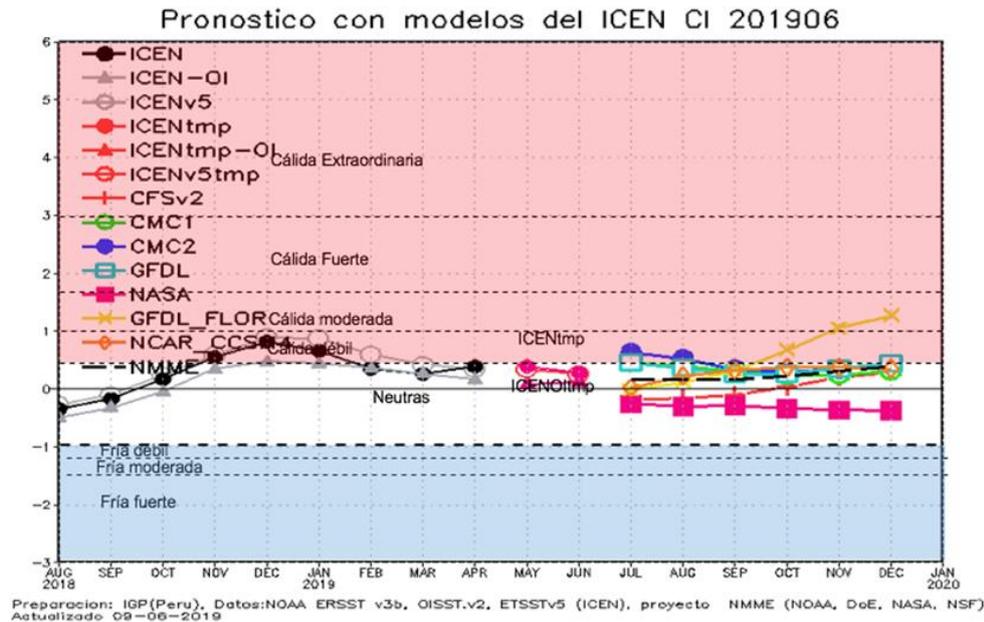


Figura 4.2.3. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos y triángulos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, línea roja con círculo y triángulo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de la TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial del mes de junio de 2019. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME.

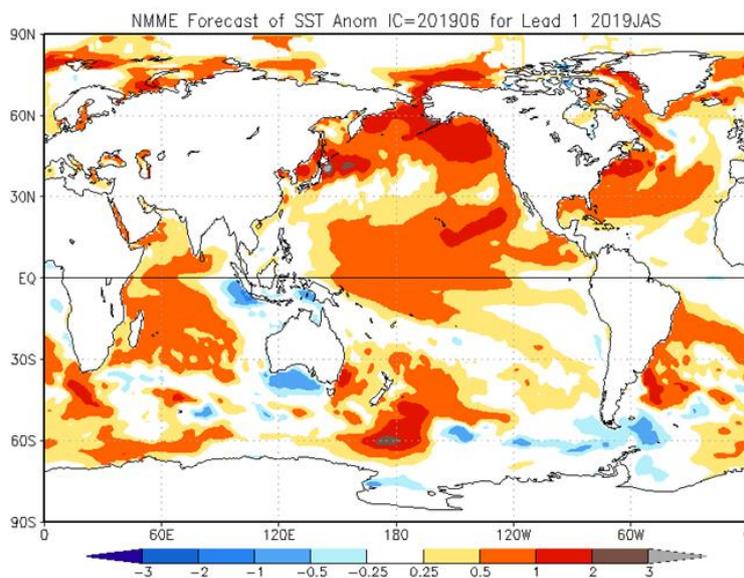


Figura 4.2.4. Pronóstico probabilístico de temperatura superficial del mar (calibrados) para julio-setiembre del 2019 por el promedio de los modelos de NMME inicializados en junio de 2019. Fuente: NMME

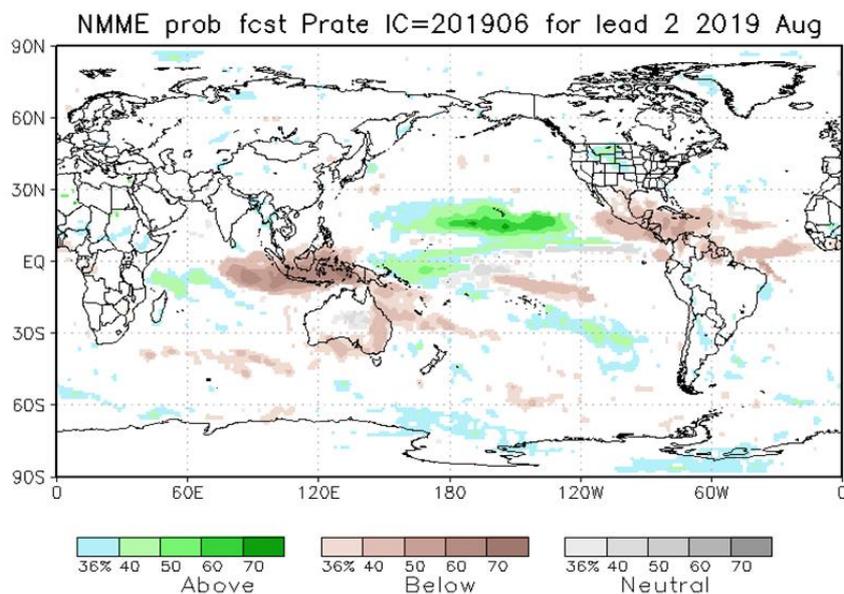


Figura 4.2.5 Pronóstico probabilístico de precipitación (calibrados) para el trimestre julio-setiembre de 2019 por modelos de NMME, inicializado en junio de 2019. Fuente: NMME

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 agosto de 2018 a abril de 2019, así como sus valores temporales para mayo y junio de 2019. Fuente IGP.

Valores del Índice Costero El Niño							ONI	
Mes	ICEN v3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICEN v5	Categoría	ONI	Categoría
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
04/2019	0.38	Neutro	0.16	Neutro	0.34	Neutro	0.76	C. Débil
Mes	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
05/2019	0.38	Neutro	0.07	Neutro	0.33	Neutro	0.77	C. Débil
06/2019	0.27	Neutro	0.11	Neutro	0.25	Neutro	0.82	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 febrero a mayo de 2019. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	ATSM 2019				ANMM 2019			
	Feb	Mar	Abr	May	Feb	Mar	Abr	May
Talara	0.5	0.2	0.8	-0.8	0	4	7	0
Paíta	0.6	-0.3	0.9	0.6	3	5	5	0
Isla Lobos de Afuera	0.3	0.5	0.3	1.0	2	4	4	3
Salaverry	1.0	0.1	0.1	0.8	-	-	-	-
Chimbote	1.2	-0.2	0.2	0.0	-1	-2	0	-4
Callao	2.2	1.0	1.1	1.5	-3	-3	-2	-4
San Juan	1.2	1.0	1.1	1.2	1	4	-	-
Mollendo	0.9	1.1	1.2	0.7	-3	1	1	-2
Ilo	2.6	1.3	0.3	-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).

	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
CFS2		0.83	0.90	0.87	0.84	0.83	0.85	0.85
CMC1		0.80	0.75	0.58	0.45	0.42	0.43	0.47
CMC2		0.91	1.01	0.94	0.80	0.70	0.71	0.79
GFDL		1.00	1.10	1.04	0.98	1.04	1.10	1.08
NASA		0.53	0.32	0.17	0.13	0.17	0.14	0.06
GFDL_FLOR		0.77	0.79	0.76	0.80	0.89	1.03	1.20
NCAR_CCSM4		0.86	0.78	0.61	0.48	0.51	0.56	0.62
NMME		0.81	0.81	0.71	0.64	0.65	0.69	0.72
ONItmp	0.77							

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	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
CFS2		0.05	-0.19	-0.16	-0.10	0.04	0.20	0.29
CMC1		0.47	0.45	0.39	0.31	0.23	0.24	0.31
CMC2		0.61	0.64	0.53	0.35	0.28	0.33	0.44
GFDL		0.52	0.45	0.37	0.26	0.26	0.36	0.44
NASA		-0.01	-0.26	-0.30	-0.29	-0.34	-0.36	-0.38
GFDL_FLOR		0.13	-0.01	0.11	0.31	0.67	1.05	1.26
NCAR_CCSM4		0.11	0.02	0.22	0.32	0.37	0.37	0.34
NMME		0.27	0.16	0.17	0.17	0.22	0.31	0.39
ICENtmp	0.38							