

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**Año 5 N° 6**

**Junio 2019**

---

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

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

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

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

---

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

**Comisión Multisectorial ENFEN**

Presidente:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

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

Vice-Presidente:

Calm. Jorge Manuel Paz Acosta

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

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Dr. Ken Takahashi Guevara

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

Ing. Walter Obando Licera

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada EP Jorge Chávez Cresta

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Valm. (r) Wladimiro Giovannini Y Freire

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

**Grupo de Trabajo Científico Técnico**

Coordinador Científico Técnico: Dr. Kobi Mosquera Vásquez.

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

DHN: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Fernando Allasi.

SENAMHI: Grinia Ávalos, Nelson Quispe y Christian Febre.

IGP: Jorge Reupo

ANA: Litzia Cisneros y Jairo Chunga.

INDECI: Jakie Rojas.

CENEPRED: Ena Jaimes.

**Año: 5**

**Redacción del informe:** Grupo de Trabajo Científico Técnico ENFEN

**Edición y Producción:** Luis Pizarro (Secretaría Técnica ENFEN)

**Diseño de carátula:** IMARPE

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

Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) 2018.

Informe Técnico ENFEN. Año 5, N° 06, junio de 2019, **72** p.

---

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

---



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

## PRESENTACIÓN

---

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



Han transcurrido casi cuatro décadas desde que el Estado peruano estableciera el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). Durante este tiempo, el Comité ha monitoreado, vigilado, analizado y alertado sobre las anomalías del océano y la atmósfera con el fin de prevenir y mitigar los impactos de El Niño en el Perú. Estas acciones se realizan de forma sinérgica, coordinada. En mayo de 2017 se recompone el Comité y adquiere la denominación de Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, conformada por el Instituto del Mar del Perú IMARPE (Preside de la Comisión), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y de Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo actualmente con la participación de algunas instituciones de la Comisión ENFEN en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, en el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres” y actividad “Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño”, emitiendo como resultado una versión resumida denominado “Comunicado Oficial” que se publica mensualmente, y en algunas oportunidades quincenalmente en períodos de contingencia, así como una versión extendida “Informe Técnico” de carácter mensual. Este último documento incorpora elementos de información, que tengo el honor de presentar, esperando que contribuya a mejorar el conocimiento y a adoptar decisiones y acciones oportunas hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo asociado a El Niño-Oscilación del Sur en nuestro país.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JAGT', positioned above the printed name of the Vice-Chairman.

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).	31
3.1.1.2.	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 junio de 2019. Datos: CFS y NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI	32
3.1.1.3.	Radiación de Onda Larga – OLR ( $W/m^2$ ), desde el mes de enero de 2017 hasta julio de 2019, en el Pacífico central-oriental en: a) 170 °W-140 °W, 5 °S-5 °N y b) 170 °W-100 °W, 5 °S-5 °N. Datos: ESRL/NOAA. Procesamiento: IGP.	33
3.1.1.4.	Configuración atmosférica en niveles altos (300 - 200 hPa) para el mes de junio del 2019. a): Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (m, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada $\pm 0,5 \sigma$ ). b): Anomalías del campo de viento (m/s, vectores) y anomalías estandarizadas de la componente zonal del viento (matrices de colores cada $\pm 0,5 \sigma$ ). En ambos gráficos los vectores gruesos indican vientos anómalos con desviación estándar mayor a 1 ( $\sigma > 1$ ). Fuente: SPC/SENAMHI.	34
3.1.1.5.	Configuración atmosférica en niveles bajos (1000 - 850 hPa) para el mes de junio del 2019. a): Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (m, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada $\pm 0,5 \sigma$ ). b): Anomalías del campo de viento (m/s, vectores) y anomalías estandarizadas de la componente zonal del viento (matrices de colores cada $\pm 0,5 \sigma$ ). En ambos gráficos los vectores gruesos indican vientos anómalos con desviación estándar mayor a 1 ( $\sigma > 1$ ). Fuente: SPC/SENAMHI.	35
3.1.1.6.	Secciones verticales de la Circulación Atmosférica Ecuatorial (Walker) de este a oeste para el mes de junio 2019. (a), patrón promedio, (b) patrón climatológico y (c) patrón anómalo. Fuente: SPC/SENAMHI.	36
3.1.1.7.	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT. Elaboración: IGP.	37
3.1.1.8	a) Anomalía promedio de mayo y junio de 2019 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN. b) Diagrama longitud-tiempo de la anomalía de la temperatura superficial del mar entre los 140 °E-80 °W y 2 °N-2 °S. Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN. c) Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de julio 2018 a junio 2019. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA	38
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 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	39
3.1.2.1.	Diagramas longitud-profundidad de las anomalías de la temperatura del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (promediados entre 2°N y 2°S) para los días, de izquierda a derecha y de arriba abajo, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de junio de 2019. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	40
3.1.2.2.	Diagrama longitud-tiempo de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) promediado entre 2 °N y 2 °S, desde enero a junio de 2019, tanto para su valor total (a) como para su anomalía (b). Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL	41
3.1.2.3	Serie de tiempo de: a) la inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de TAO entre 2 °N y 2 °S; y b) del contenido de calor en la región ecuatorial. Estas series de tiempo se obtuvieron usando datos de las boyas TAO entre 2 °N y 2 °S. Elaboración: IGP.	42
3.1.2.4	Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para, de arriba a abajo, el 02, 12, 17 de junio y 02 de julio 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).	43
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.	44
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.	45
3.2.1.1.	Análisis de superficie para el mes de Junio del 2019. Arriba: Promedio del campo de presión reducida a nivel del mar (PRMSL, hPa) y vientos entre 1000 - 975 hPa (contornos rojos $> 8$ m/s), vectores gruesos representan velocidad estandarizadas, ( $\sigma > 1$ ). Abajo: Anomalías del campo de viento (m/s) y PRMSL (hPa, contornos), las 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.	46

3.2.1.2	Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de junio 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 Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/05/2019.	47
3.2.1.3	Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de junio del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/06/2019.	48
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 07/07/2019.	49
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 07/07/2019.	49
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 07/07/2019.	49
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	50
3.2.3.1	Anomalías termoplumiométricas a nivel nacional para el mes de junio 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.	51
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 julio 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	52
3.2.3.3	Igual que la figura 3.2.3.2 pero para los principales ríos del centro del Perú: Santa (panel superior), Chillón (panel central) y Rímac (panel inferior).	53
3.2.3.4	Igual que la figura 3.2.3.2 pero para los principales ríos del sur del Perú: Camaná (panel superior) y Chilí (panel inferior).	53
3.2.4.1.	TSM promedio para junio 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.	55
3.2.4.2.	Diagrama Hovmöller de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el litoral de Perú. Desde febrero hasta junio de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.	56
3.2.4.3.	Series temporales del promedio diario de las anomalías de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}C$ ) en la red de estaciones costeras del IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.	56
3.2.4.4	Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - junio 2019. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE	57
3.2.4.5	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.	57
3.2.4.6	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 30 de junio de 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.	58
3.2.4.7	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.	59
3.2.4.8	Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar en el litoral de Perú. De marzo a junio de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.	59
3.2.4.9	Anomalía de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas cada cinco días para el mes de junio de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.	60
3.2.4.10	Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de junio de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.	61
3.2.5.1	Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) profundidad de la isoterma de $15^{\circ}C$ (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de $1 mL.L^{-1}$ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero de 2015 hasta junio de 2019	62
3.2.5.2	Distribución vertical de: a) temperatura ( $^{\circ}C$ ), b) anomalía de temperatura ( $^{\circ}C$ ), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno ( $mL.L^{-1}$ ) y f) velocidad geostrófica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 24 y 25 de junio de 2019. Fuente: IMARPE.	62

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 <sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta junio del 2019	63
3.2.5.4	Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L <sup>-1</sup> ) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 29 de junio de 2019. Fuente: IMARPE.	63
3.2.5.5	Series de tiempo, de enero de 2018 a junio-julio de 2019, de la estructura térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	64
3.2.5.6	Series de tiempo, de enero de 2018 a junio-julio de 2019, de la anomalía térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama y Callao.	65
3.2.5.7	Series de tiempo, de enero de 2018 a junio-julio de 2019, de la salinidad del agua de mar (ups) en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	66
3.2.5.8	Series de tiempo, de enero de 2018 a junio-julio de 2019, de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L <sup>-1</sup> ) en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	67
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.	68
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 junio 2019.	69
3.2.6.2	Concentración de nitratos 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 junio 2019.	70
3.2.6.3	Concentración de fosfatos 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 junio 2019.	71
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 junio 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.	72
3.2.7.2	(a) Distribución espacial del recurso jurel y (b) el recurso caballa obtenida para el mes de junio durante el Crucero de Eval. Hidroacústica 1905-06. Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE	73
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 – junio 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	74
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.	75
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.	76
4.2.3	Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos y triángulos llenos) y su valor temporal (ICENmp, línea roja con círculo y triángulo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de la TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial del mes de julio de 2019. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME.	76
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	77
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	77

## Tablas

Tabla 3.1.4.1	Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2018 a abril de 2019, así como sus valores temporales para mayo y junio de 2019. Fuente IGP.	78
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 marzo a junio de 2019. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	79
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).	80
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)	80

# Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, junio 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 JUNIO.....	13
3.1. Condiciones a Macroescala .....	13
3.2.1 3.1.1.Circulación atmosférica y temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial.....	13
3.2.2 3.1.2. Dinámica oceánica en elPacíficoecuatorial .....	15
3.2. Condiciones a Escala Regional .....	15
3.2.3 3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental.....	15
3.2.4 3.2.2. Temperatura del Aire.....	16
3.2.5 3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico.....	16
3.2.6 3.2.4. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar.....	17
3.2.7 3.2.5. Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano	18
3.2.8 3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana.....	20
3.2.9 3.2.7. Recursos Pesqueros e indicadores biológicos.....	22
4. PRONÓSTICO.....	23
4.1. A mediano plazo (3 meses) .....	23
4.2. A largo plazo (más de 3 meses).....	23
5. CONCLUSIONES.....	24
6. REFERENCIAS .....	25
7. 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 junio 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 tropical en la región occidental, asociadas a la presencia del evento, se mostraron reducidas en comparación al mes anterior. En el campo de los vientos, en promedio, los alisios a lo largo de la línea ecuatorial se mantuvieron alrededor de lo normal sobre la región central, mientras que en el extremo oriental hubo predominancia de vientos del este. A nivel sub-superficial, se observó la propagación de una onda Kelvin fría, generada a comienzos de junio, y actualmente se ubica entre 160 °W y 120 °W.

En la región oriental, la anomalía de la temperatura superficial del mar mostró valores ligeramente negativos, aunque dentro de su rango normal. Los valores durante la última semana se encontraban alrededor de -0,2 °C. Como consecuencia de esto, el Índice Costero El Niño (ICEN) de mayo tiene una condición neutra, mientras que el estimado para junio mantendría la misma condición.

Por otro lado, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) estuvo, en promedio, anómalamente intenso al suroeste de su posición habitual, en una posición desfavorable para el incremento sostenido de los vientos alisios frente al Perú, presentando acercamientos episódicos responsables de los periodos cortos de intensificación del viento costero.

La temperatura superficial del mar en el litoral peruano mostró en promedio condiciones neutras en el mes de junio. El nivel medio del mar mostró anomalías negativas a lo largo del mes, con una tendencia a la normalización durante la primera semana de julio en la zona centro-sur del litoral, junto a la presencia de anomalías positivas en la zona norte entre Talara y Paita.

La concentración de la clorofila-a en la capa superficial presentó una disminución respecto a los meses anteriores acorde al patrón histórico. Aunque las concentraciones fueron predominantemente en el rango neutro, frente a Pisco se detectaron anomalías negativas de hasta  $-1 \mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las primeras 60mn.

Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana, del stock norte-centro, continuaron mostrando una disminución de la actividad desovante acorde a su patrón histórico. Asimismo, otras especies oceánicas indicadoras de aguas cálidas como la caballa y el bonito permanecen dentro de las 20mn (Paita y Chimbote) y 50 mn (Bayovar y Pisco).

### Perspectiva

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

## 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 sub-superficial de parámetros oceanográficos, con mayor atención en la zona costera de Perú. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera; asimismo reporta los impactos hidrológicos, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores asociados al ENOS y al Fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo. La comunidad científica nacional e internacional aún sigue estudiando los mecanismos relacionados a este fenómeno, e investigando para conocer los inicios o causas que dan lugar a El Niño o La Niña, pues actualmente no hay acuerdo entre los científicos sobre los modelos propuestos internacionalmente.

## 2. DATOS

### 2.1. Variables

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

### 2.2. Índices

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

### 2.3. Modelo de Pronóstico

**Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP):** El modelo se utiliza para representar la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial, se trabaja con dos tipos de termoclina, contante y variable. Para el diagnóstico el modelo es forzado con esfuerzos de viento del "reanalysis" NCEP-CDAS (Kalnay et al. 1996) y vientos observados remotamente de WinSAT (Wentzet. Al., 2013) obtenidos de <http://www.remss.com/missions/windsat/>. Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger y Menkes (1995). Para el pronóstico el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) el promedio de los últimos treinta días de la anomalía del esfuerzo de viento. Ver más en Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014).

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

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

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

VARIABLE	FUENTE															PROCESAMIENTO									
	Observación										Satélite (*)						Modelos								
	Estaciones costeras	Estaciones costeras	Estaciones costeras	Estaciones fijas	Secciones verticales	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	ARGO	Programa Bitácoras	Seguimiento de	Muestras de puertos	TRMM-3B42	ESRL/NOAA	Re-análisis	ASCAT		AVHRR (Daily OI)	IFREMER	OSTIA	JASON-2	AVISO	MODIS	HYCOM		
<b>VARIABLES ATMOSFÉRICAS</b>																									
	Temperatura del Aire		X																					SENAMHI	
	Precipitación	X																						SENAMHI	
	Precipitación Estimada										X													SENAMHI/IGP	
	Radiación de Onda Larga											X												IGP	
	Presión Atmosférica													X										SENAMHI	
	Vientos													X										SENAMHI	
														X										IGP/ IMARPE	
<b>VARIABLES OCEANOGRÁFICAS</b>																									
Físicas	Temperatura del Mar		X					X	X							X		X						DHN	
				X		X	X							X		X									IMARPE
								X	X						X		X								IGP
	Nivel medio del Mar		X																	X					DHN
																				X					IMARPE
Salinidad			X	X				X																IGP	
				X	X	X																		DHN	
				X	X	X																		IMARPE	
Biogeoquímicas	Oxígeno y Nutrientes			X	X	X																		IMARPE	
	Clorofila		X		X	X																	X	IMARPE	
Pesqueras	Desembarques índices reproductivos Indicadores de masas de agua del plancton Distribución de especies incidentales							X	X															IMARPE	
										X														IMARPE	
											X														IMARPE
								X	X	X															IMARPE
<b>VARIABLES HIDROLÓGICAS</b>																									
	Caudal de ríos																								ANA/SENAMHI
	Capacidad Hidráulica de reservorios																								ANA

### 3. CONDICIONES OBSERVADAS EN JUNIO

#### 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), registrado en el mes de junio continúa mostrando valores ligeramente negativos, estando próximo a su valor climatológico. El índice de Oscilación del Sur (IOS) también presentó las mismas condiciones, mostrando una tendencia a la normalización (valores cercanos a 0) (Figura 3.1.1.1).

La oscilación Madden Julian (MJO, por sus siglas en inglés) se hizo presente desde mediados de abril, y, recientemente, se vio influenciada por las interferencias de ondas ecuatoriales Rossby (Figura 3.1.1.2). La información de OLR en la región del Pacífico central y oriental continúa indicando valores alrededor de su promedio tal como se puede apreciar en la Figura 3.1.1.3.

En niveles altos de la atmósfera (300-200 hPa) se observó la predominancia de flujos zonales anómalamente significativos del oeste frente a la costa norte del Perú, Ecuador y Colombia, situación opuesta a lo encontrado al oeste de 180° donde persistieron ligeramente flujos del este anómalos (Figura 3.1.1.4). Asimismo, cabe resaltar que, en el trópico, los vientos zonales del oeste se mostraron intensos particularmente en el hemisferio sur, donde se notó especialmente la incursión anómala de la Corriente en Chorro Subtropical hacia la línea ecuatorial sobre el Pacífico oriental.

De lo anterior y sobre la región oriental del Pacífico se evidenció la configuración de una onda Rossby estacionaria con centros de ciclónicos (anticiclónicos) al norte (sur) de la línea ecuatorial, los cuales están asociados a la intensificación zonal anómala de una Corriente en Chorro Ecuatorial y la mayor frecuencia del paso de patrones atmosféricos fríos frente a la costa oeste de Sudamérica. La circulación anticiclónica al oeste de 90 °W se asoció con la fase divergente de la MJO y los ascensos anómalos en niveles medios y altos de esta región. Por otro lado, hacia la sección occidental del Pacífico, el dominio de los vientos del este anómalos continuó asociada a una circulación ciclónica anómala al noreste de Australia, aunque con menor intensidad respecto a mayo. En particular, sobre Sudamérica, predominó una configuración de dorsal anómala sobre gran parte de la cuenca Amazónica, extendiéndose hacia la ladera occidental de los Andes del Perú bajo una componente del suroeste anómala sobre la región norte del país; mientras que, al sureste del continente, se evidenció una circulación ciclónica anómala caracterizada por la extensión sur de la onda Rossby.

En niveles bajos de la atmósfera (Figura 3.1.1.5), en promedio, los vientos alisios a lo largo de la línea ecuatorial se mantuvieron alrededor de lo normal sobre la región central. Hacia el extremo oriental del Pacífico persistieron anomalías zonales de vientos del oeste hacia las costas de Ecuador y Colombia influenciadas por la intensificación de oestes sobre Centroamérica. Asimismo, se observó la persistencia de vientos anómalos convergentes de componente noreste justo al oeste de 90 °W, asociados al flujo de vientos desde la circulación ciclónica anómala y al incremento significativo de los vientos alisios influenciados por el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) fuera del litoral de Perú. Por tanto, desde mayo, sobre la región oriental del Pacífico ecuatorial continuó predominando la componente meridional anómala de los vientos alisios. Por otro lado, hacia la región occidental del Pacífico (alrededor de 180°) se observaron ligeras anomalías de vientos zonales del este, mostrándose un patrón inverso respecto a mayo.

Durante el mes de junio, la cobertura de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM) en el Pacífico disminuyó respecto al mes anterior y se observó una ligera persistencia de la convección cerca de la línea de cambio de fecha (180°). Esto último influenciado por la interferencia constructiva de MJO sobre la región central y occidental, especialmente a partir de la segunda semana del mes, ya que, durante la primera semana la propagación oeste de la MJO mantuvo una fase intensa de supresión de convección.

En asociación con la estructura vertical de Walker (Figura 3.1.1.6) se observaron vientos zonales anómalos del este en niveles bajos, justo detrás de la subsidencia anómala al oeste de 180°. Sobre el Pacífico ecuatorial los vientos zonales del este de niveles bajos se mantuvieron cerca del patrón normal y en niveles altos predominaron anomalías de oestes en el extremo este de la región oriental. Para otras regiones del trópico, la supresión anómala de la convección persistió sobre el Océano Índico (Atlántico) disminuyendo (aumentando) su cobertura espacial en niveles bajos, respecto a mayo.

El esfuerzo del viento zonal en el Pacífico ecuatorial, según los datos de WINDSAT, en la tercera y última semana de junio, mostró anomalías positivas del esfuerzo de viento en el Pacífico oeste entre 130 °E y 140 °E. Por otro lado, se observaron ligeras anomalías negativas entre 160 °E-160 °W en la segunda semana de junio, entre 140-130 °W en la tercera semana y entre la línea de cambio de fecha y 160 °W en la última semana de junio (Figura 3.1.1.7).

En el océano Pacífico ecuatorial, la anomalía positiva de la temperatura superficial del mar (TSM) disminuyó en intensidad y en extensión espacial, principalmente en la región oriental, durante las dos últimas semanas de junio. En los últimos días del mes, entre 160 °E y 140 °W, las anomalías estuvieron alrededor de +1,0 °C; en tanto que, al este de 120 °W, estas fueron menores que +0,5 °C (Figura 3.1.1.8 a).

Por regiones Niño en la franja ecuatorial, la ATSM fue menor respecto al mes de mayo, a excepción de la región Niño 4. Como promedio mensual la anomalía fue de +0,8 °C en la región Niño 4, de +0,6 °C en la región Niño 3.4 y de +0,4 °C en la región Niño 3; mientras que en la región Niño 1+2, la anomalía estuvo ligeramente por debajo de cero (-0,2 °C). (Figura 3.1.1.8 b; Figura 3.1.1.9).

El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4), desde octubre hasta mayo de 2019 se mantiene aún en condiciones cálidas débiles, obteniéndose para el mes de mayo valor 0,66 °C (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 franja ecuatorial (promediado entre 2 °S y 2 °N) muestran anomalías positivas (negativas) de la temperatura del mar por encima (debajo) de los 100 metros de profundidad aproximadamente (Figura 3.1.2.1). La inclinación de la termoclina se mostró alrededor de sus valores normales aunque el contenido de calor estuvo con valores negativos, es decir, la profundidad de la termoclina, en promedio, fue menor que su valor climatológico (Figura 3.1.2.2 y Figura 3.1.2.3. a y b).

Las condiciones cálidas presentes en la región oriental durante el mes de mayo fueron suprimidas por las anomalías negativas presentes a lo largo de la región centro-oriental del océano Pacífico ecuatorial. El paso de dichos núcleos fríos redujo el contenido de calor que se encontraba en ascenso durante el mes de mayo, devolviéndolo a condiciones similares a las encontradas en el mes de abril. Durante las dos últimas semanas, la tendencia a decrecer se fue reduciendo, tomando una tendencia al ascenso nuevamente (Figura 3.1.2.3 b)

El nivel del mar en el Pacífico ecuatorial central y oriental presentó condiciones opuestas. Por un lado, en la región central, las anomalías positivas presentes al inicio del mes se fueron reduciendo en intensidad hasta llegar a valores negativos durante los primeros días de julio; mientras que, en el Pacífico oriental, las condiciones frías al comienzo de junio se fueron reduciendo gradualmente en intensidad, pero sin llegar valores positivos (Figura 3.1.2.4).

La información de altimetría satelital (Figura 3.1.2.5), así como los resultados de los modelos numéricos (Figura 3.1.2.6), indicaron que durante junio se presentó la propagación de anomalías positivas, asociadas a la onda Kelvin cálida generada a inicios de mayo; y negativas, posiblemente ligadas a la generación de una onda Kelvin fría, a lo largo de la línea ecuatorial.

## **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 altas presiones anómalas en el hemisferio sur, a diferencia del norte. En particular, la aproximación del Anticiclón del Pacífico Sur mantuvo una configuración cuasi-meridional con mayor frecuencia de su centro de alta presión al suroeste de su posición climática; no obstante, la desviación positiva evidenció también su proyección anómala al noreste de lo habitual. Así también, el APS alcanzó un valor de hasta 1022 hPa en su núcleo, evidenciándose el incremento de la presión al noreste de su posición, lo cual 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 4,0 m s<sup>-1</sup> a 6,0 m s<sup>-1</sup> durante casi todo el mes. En la zona oceánica, el viento varió entre 5,0 m s<sup>-1</sup> y 8,0 m s<sup>-1</sup>, con máximos valores durante la tercera semana del mes (Figura 3.2.1.2). A lo largo de la costa entre Paita y Pisco la velocidad del viento presentó predominancia de anomalías negativas. Mar adentro frente a Pisco y San Juan se presentaron anomalías positivas de velocidad de viento durante casi todo el mes, excepto entre el 21 y 25 de junio, período en el cual se presentaron anomalías negativas.

Durante la última semana, a lo largo de la costa peruana se presentaron anomalías negativas, mientras que fuera de la costa las condiciones fueron normales, salvo entre Pisco y Callao, donde se presentaron anomalías de  $+1 \text{ m s}^{-1}$  (Figura 3.2.1.3).

A lo largo de la franja costera de 40 km se presentaron vientos con velocidades entre  $3,0 \text{ m s}^{-1}$  y  $7,0 \text{ m s}^{-1}$  (Figura 3.2.1.4), que correspondieron a condiciones normales entre  $3^\circ\text{S}$  y  $7^\circ\text{S}$ . Al sur de los  $7^\circ\text{S}$ , predominaron anomalías entre  $-2,0 \text{ m s}^{-1}$  y  $-3,0 \text{ m s}^{-1}$ . Alrededor de los  $15^\circ\text{S}$ , durante la primera quincena del mes se presentaron ligeras anomalías positivas (Figura 3.2.1.5).

El afloramiento costero, estimado a partir del esfuerzo de viento, mantuvo similar intensidad con respecto al mes anterior, persistiendo a lo largo de todo el mes entre Talara y Huacho, así como al sur de Pisco. Frente a Talara y Paita el índice de afloramiento (IAC) se mantuvo entre  $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$  y  $450 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ . Entre los  $5^\circ\text{S}$  y los  $13^\circ\text{S}$ , el IAC presentó valores por debajo de  $150 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ . Frente a Pisco y San Juan el IAC mantuvo valores similares al mes anterior ( $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ ) (Figura 3.2.1.6).

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

A nivel nacional, en el mes de junio, las temperaturas máximas, registraron anomalías de normal a superior, principalmente en la región de Piura y Tumbes, así como la cuenca media y alta de la sierra suroccidental. En cuanto a las temperaturas mínimas, se registraron anomalías dentro de sus valores normales, con excepción de la región norte, donde se presentaron sobre lo normal.

Con respecto a la región costera del país, las temperaturas extremas del aire mostraron valores próximos a lo normal, principalmente durante la primera decadiaria, para la región norte. En el caso de las temperaturas máximas, las anomalías se mantuvieron relativamente cálidas en la región sur (Tacna) (Figura 3.2.2.1.a). Por otro lado, con respecto a las temperaturas nocturnas, los valores se mantuvieron anómalamente cálidas en la región norte (al norte de Lambayeque), (Figura 3.2.2.1.b).

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

En el mes de junio (Figura 3.2.3.1), la deficiencia de lluvias se mantuvo en gran parte de la vertiente occidental de las Andes, a excepción de la cuenca alta de Ancash, Huánuco y vertiente oriental, como es San Martín y Loreto; así como, algunas regiones del centro y sur de Puno que presentaron condiciones de normal a superior. En la costa peruana predominaron condiciones normales respecto a su estacional con excepción de la provincia de Lima, donde eventos de lloviznas predominaron durante el mes.

Los ríos de la costa norte, (ríos Tumbes, Piura y Lambayeque), en promedio, mostraron caudales similares a su promedio histórico (Figura 3.2.3.2). Al igual que en la costa norte, los ríos de la costa central (Santa, Chillón y Rímac) mostraron caudales similares a su promedio histórico, (Figura 3.2.3.3). Finalmente, en la costa sur los ríos Pisco, Huancañé y Chili, también mostraron caudales similares a su promedio histórico (Figura 3.2.3.4).

Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte vienen operando al 97 % de su capacidad de almacenamiento y los embalses de la costa sur al 67 %. En promedio a nivel nacional las reservas se encuentran al 79 %

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

En la región Niño 1+2, que incluye la zona norte del mar de Perú, la temperatura osciló de 18 °C a 24 °C, evidenciándose una disminución promedio de 2 °C respecto al mes de mayo. Esta disminución en la temperatura cambió las condiciones cálidas a neutras-ligeramente frías con presencia de anomalías de hasta -1,5 °C (Figura 3.2.4.1a). No obstante, al norte de los 4 °S y dentro de las 100 mn, las condiciones se mantuvieron cálidas, persistiendo la situación del mes anterior en menor extensión (Figura 3.2.4.1b).

Con los datos de TSM hasta el mes de junio, se estimó el Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de mayo, siendo las fuentes OISSTv2, ERSSTv3 y ERSSTv5 con su respectivo índice -0,09 (condición neutra), 0,28 (condición neutra) y 0,25 (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 junio y julio (Tabla 3.1.4.1), Figura (3.2.4.5).

En el mar del Perú, temperatura promedio también disminuyó en 2 °C respecto al mes anterior, presentándose valores menores a 19 °C dentro de las 100 mn en las zonas norte-centro y menores a 18 °C en la zona sur (Figura 3.2.4.1a). Sin embargo, en la zona comprendida entre 6 °S y 12 °S, se presentaron núcleos anómalos cálidos frente a la costa con valores de hasta +1,5 °C en distribuciones espaciales poco extensas (Figura 3.2.4.1b).

A lo largo del litoral del Perú, la ATSM predominó con anomalías del orden de 0,5 °C, manteniéndose todavía en condiciones ligeramente frías por influencia del afloramiento costero. Sólo frente a la Isla Lobos de Afuera y del Puerto de Salaverry, durante la segunda semana de junio, la temperatura fue superior en 1 °C respecto al promedio mensual (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. Se presentaron anomalías positivas de la TSM en los Laboratorios Costeros de Tumbes, Chicama, Huanchaco, Callao y Pisco; mientras que, en Paita, San José, Chimbote, Huacho e Ilo las anomalías fueron negativas. La TSM mensual varió entre 15,9 °C (Ilo) a 27,5 °C (Tumbes), mientras que su anomalía varió entre -0,7 °C (San José) a +1,6 °C (Tumbes).

A nivel diario, la ATSM presentó predominancia de valores positivos en Tumbes, Huacho, Callao y Pisco; valores negativos en Paita, San José, Huanchaco y Chimbote, y la alternancia de anomalías positivas y negativas en Chicama e Ilo. Entre Tumbes y Callao las máximas ATSM fueron observadas en Tumbes durante la segunda semana del mes (+2,6 °C), mientras que el mínimo valor (-2,5 °C) fue observado en Huanchaco durante la primera semana del mes. Al sur del Callao, la mínima (-2,0 °C) y la máxima (+2,3 °C) ATSM fueron detectadas en Pisco durante la última y segunda semana del mes (Figura 3.2.4.3).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de +0,29 °C para el trimestre AMJ del 2019 y un valor mensual de mayo de +0,06 °C, siendo menor al valor observado durante mayo 2019 (+0,33 °C) (Figura 3.2.4.4).

Según el modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model; Chassignet et. al., 2007), en la zona norte, las salinidades menores a 34,8 ups, asociadas a aguas ecuatoriales superficiales (AES), habrían fluctuado entre Tumbes y Punta Falsa. De Paita hasta Chicama, cerca de la costa, se presentaron aguas de mezcla con salinidades de 34,9 ups a 35,1 ups; mientras que, salinidades mayores a 35,1 ups permanecieron frente a la costa central, asociadas a aguas subtropicales superficiales (ASS) procedentes de zonas oceánicas. En el sur, las aguas de mezcla menores a 35,1 ups se distribuyeron frente a Pisco, expandiéndose hasta Callao y aguas de mezcla menores a 35 ups, se aproximaron hasta la zona de Atico, cubriendo toda la zona del codo Perú – Chile (Figura 3.2.4.6). Estas aguas de mezcla están asociadas a la influencia de las aguas intermedias del Pacífico sur – Este (AIPSE), antes referidas como Aguas Sub-antárticas, (Grados et al., 2018), que se habrían aproximado hasta los 22 °S.

Con respecto al nivel medio del mar (NMM), a lo largo de la línea ecuatorial se observó la propagación de la onda Kelvin cálida originada a comienzos de mayo, junto a una nueva onda Kelvin fría la cual se encontraría entre 160 °W 120 °W (Figura 3.2.4.7). El paso de la onda Kelvin cálida por el litoral de Perú provocó un ligero ascenso de las anomalías a valores por encima de su media estacional durante a lo largo del mes, llegando a mostrar núcleos cálidos alrededor de Pisco de hasta 3 cm (Figura 3.2.4.8. Tabla 3.2.4.2).

En la costa peruana, la distribución espacial de ANMM predominó en valores de +5 cm, presentándose vórtices ciclónicos (horarios) y anticiclónicos (anti-horarios). Al norte de los 10 °S, estos vórtices tuvieron mayor amplitud, uno frente a Paita en sentido horario y otro frente a Pimentel – Salaverry con ANMM de hasta +15 cm en la primera quincena, con giro anti-horario. Al sur de los 10°S se presentaron vórtices de menor amplitud con giros en ambos sentidos, notándose que los vórtices que presentaron ANMM positivas se fueron atenuando hacia fines de mes (Figura 3.2.4.9).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, al norte de Tumbes (4 °S), todo el mes permanecieron valores de ANMM de +10 cm, mientras que, en el resto de la costa se propagó de norte a sur un valle en la secuencia de las ANMM, presentando valores por debajo de lo normal desde la primera semana frente a Paita, a mediados de mes frente Callao y a fines de mes frente a Ilo (Figura 3.2.4.8). En Galápagos, a mediados de mes se presentó un pulso que se elevó de +6 cm a +9 cm, disminuyendo luego hasta +5 cm, mostrando un desfase con la costa peruana (Figura 3.2.4.10).

### **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 mayo.

#### **Paita (24-25 de junio)**

La TSM presentó valores entre 17 °C y 20 °C en toda la sección; las isotermas de 18 °C, que se encontraban a 20 mn a fines de mayo, se desplazaron hasta las 30 mn. Se estimaron ATSM de -1,0 °C dentro de las 40 mn (Figura 3.2.5.1 a, b, Figura 3.2.5.2. a, b). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15 °C a 20 °C con una débil termoclina.

La isoterma de 15 °C se presentó entre los 100 m y 150 m de profundidad, 20 m más somera que en mayo (Figura 3.2.5.1 d). Sobre los 50 m se registraron anomalías térmicas negativas de -1,0 °C dentro de las 40 mn y a 80 - 100 mn, y un núcleo de +1,0 °C a 50 - 70 mn, y debajo de estas hasta los 500 m las condiciones térmicas fueron normales (Figura 3.2.5.2 b).

La salinidad en los primeros 50 m de profundidad sugirió la presencia de aguas de mezcla entre ASS y las aguas costeras frías (ACF) dentro de las 50 mn ( $S < 35,1$  ups) y un núcleo de ASS a 50 - 80 mn; aunque por fuera de las 80 mn se observó una disminución de los valores de salinidad. En general, en esta capa se determinaron ligeras anomalías halinas positivas, con valores de hasta +0,10 ups asociado al núcleo de ASS (Figura 18 c, Figura 17 c, d). Por otra parte, los datos sugieren mezcla entre ASS y Aguas Ecuatoriales Sub-superficiales (AEES) entre los 50 m y 100 m, y AEES a mayor profundidad, conforme al patrón estacional.

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1,0 mL L<sup>-1</sup>, asociada a la oxiclina, se profundizó de 90 m a 170 m de profundidad en toda la zona costera, respecto a mayo (Figuras 3.2.5.1 e y 3.2.5.2 e). El límite superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO; OD < 0,5 mL L<sup>-1</sup>), se detectó a 130 - 240 m de profundidad en toda la sección. En los primeros 30 metros se estimaron flujos geostroficados hacia el norte con una velocidad de hasta 20 cm s<sup>-1</sup>. Asimismo, se estimaron flujos geostroficados hacia el sur entre los 30 y 200 m a 40 - 80 mn, y entre los 150 y 420 m a 80 - 100 mn con velocidades de hasta 30 cm s<sup>-1</sup> y 20 cm s<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 3.2.5.2 e, f).

### **Chicama (22 de junio)**

La TSM presentó la isoterma de 21 °C a 60 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 40 mn a fines de mayo. Se evidenció el frente térmico entre las aguas oceánicas cálidas (> 21 °C) y las costeras frías (< 19 °C) a 20 - 35 mn de la costa. La anomalía de la temperatura mostró valores alrededor de cero en la zona costera, mientras que al oeste del frente se presentaron anomalías de +1,0 °C, desde la superficie hasta los 50 m (Figura 3.2.5.3 a, b; Figura 3.2.5.4. a, b). Asimismo, fuera del frente térmico se observó una termoclina pronunciada a 40 m, mientras que en la zona costera se observó el afloramiento de las isotermas de 20 a 17 °C, así como la elevación de la isoterma de 16 °C muy cerca de superficie. La isoterma de 15 °C se presentó a 70 - 110 m de profundidad, en promedio 20 m más somera que en mayo (Figura 3.2.5.3 b).

En la capa superficial hasta los 40 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 +0,20 ups. Por otra parte, entre los 50 y 150 m de profundidad, se detectaron aguas de mezcla ASS - AEES y AEES a mayor profundidad (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 1,0 mL L<sup>-1</sup> se presentó a unos 20 - 100 m de profundidad, en promedio 15 m más profunda que en mayo (Figura 3.2.5.4 e). El borde superior de la ZMO se presentó a 80 - 170 m (Figura 3.2.5.3 e). Por otra parte, se estimaron flujos geostroficados con dirección hacia el norte sobre los 50 m dentro de las 60 mn de hasta 30 cm s<sup>-1</sup>, disminuyendo en intensidad y grosor hacia la costa. Asimismo, se estimó un flujo con dirección hacia el sur sobre los 150 m a 60 - 100 mn de la costa y con una velocidad de hasta 20 cm s<sup>-1</sup> (Figura 3.2.5.4.f).

## Estaciones fijas costeras

El monitoreo de alta frecuencia de la columna de agua (<100 m) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita la temperatura varió entre los 16 °C y 19 °C, en Chicama entre 16 °C y 17 °C, en Callao entre 16 °C y 17 °C, en Atico entre 14 °C y 16 °C y en Ilo entre 14 °C y 17 °C. En Paita se detectó un ascenso de las isotermas en la primera y en la cuarta semana del mes. En Chicama, Callao y Atico se observó un ascenso de las isotermas desde inicios del mes, mientras que en Ilo no se detectaron variaciones importantes de las isotermas más cálidas y, más bien, un leve ascenso de la isoterma profunda de 14 °C (Figura 3.2.5.5). En Paita, se detectó pequeños pulsos con valores de hasta +1,0 °C durante el mes. En Chicama se observó anomalías térmicas de -1,0 °C sobre los 40 m a inicios del mes y condiciones térmicas neutras en el resto de la columna; mientras que en Callao se detectó anomalías térmicas de +1,0 °C sobre los 40 m en la primera quincena del mes (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 Chicama y Callao también se observó núcleos de ASS sobre los 50 m. En Atico e Ilo se observó el predominio de ACF (Figura 3.2.5.7). En cuanto al OD, se detectó una profundización de las iso-oxígenas en Paita, mientras que, en Chicama, Callao y Atico las iso-oxígenas mostraron una tendencia similar al mes de mayo; por otro lado, en Ilo se observó un ascenso de las iso-oxígenas profundas con respecto a mayo. La iso-oxígena de 0,5 mL L<sup>-1</sup> no se registró en Paita y se determinó a 60 - 90 m en Chicama, a 40 - 60 m en Callao, a 70 m en Atico y a 40 - 50 en Ilo 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 junio e inicios de julio entre 85 – 83 °W y 3,5 – 5 °S (frente a la costa norte del Perú), las anomalías negativas de hasta -2° (usando la climatología de IMARPE) persisten en el perfil por encima de los 50 metros, mientras que por debajo de este nivel se profundizó el núcleo positivo encontrado el mes anterior hasta los 350 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 y Chicama las isolíneas de 10 µmol L<sup>-1</sup> y 15 µmol L<sup>-1</sup> se superficializaron de 60 m a superficie y de 50 m a 30 m, respectivamente, entre el inicio y fin del mes. En Callao, las concentraciones se mantuvieron con valores entre 15 µmol L<sup>-1</sup> y 20 µmol L<sup>-1</sup> por debajo de los 20 m. En Ilo, los valores por encima de los 20 m se mantuvieron alrededor de 15 µmol L<sup>-1</sup>, mientras que la iso-línea de 20 µmol L<sup>-1</sup> se superficializó de 60 m a 45 m entre inicio y fin de mes (Figura 3.2.6.1).

### 3.2.6.2. Nitratos

La concentración promedio de nitratos en Paita aumentó de  $6 \mu\text{mol L}^{-1}$  a  $10 \mu\text{mol L}^{-1}$  entre la primera y segunda quincena del mes. En Chicama y Callao, por debajo de los 20 m las concentraciones se mantuvieron alrededor de  $10 \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ , durante casi todo el mes, respectivamente; sin embargo, durante los últimos días se observaron concentraciones de  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $20 \mu\text{mol L}^{-1}$ , respectivamente. En Ilo, la concentración promedio entre los 15 m a 100 m fue de  $10 \mu\text{mol L}^{-1}$ , observándose un núcleo de  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$  entre los 30 m a 70 m durante la última semana del mes (Figura 3.2.6.2).

### 3.2.6.3. Fosfatos

Los fosfatos mostraron un aumento de las concentraciones a lo largo de la costa. En Paita los valores aumentaron de  $1 \mu\text{mol L}^{-1}$  a  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  entre la primera y segunda quincena del mes. En Chicama, la columna de agua presentó la predominancia de concentraciones alrededor de  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$ ; sin embargo, en los últimos días se observaron valores menores a  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  entre los 20 m a 100 m. En Callao, los valores se mantuvieron durante el mes, observándose concentraciones en promedio de  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  y  $2 \mu\text{mol L}^{-1}$  por encima y por debajo de los 20 m, respectivamente. En Ilo, por encima de los 15 m predominaron valores de  $1,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  durante el mes; mientras que, por debajo de los 20 m la concentración promedio fue de  $2,5 \mu\text{mol L}^{-1}$  (Figura 3.2.6.3).

### 3.2.6.4. Clorofila-a

La concentración de clorofila-a satelital mensual (proveniente de la unión de todos los satélites que registran dicha variable: [www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/](http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/)) presentó valores predominantes de  $1 \mu\text{g L}^{-1}$  a  $3 \mu\text{g L}^{-1}$  dentro de 60 mn hacia la costa; sin embargo, al sur de los  $16^{\circ}\text{S}$  se presentaron valores mayores a  $3 \mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 20 mn (Figura 3.2.6.4 a), evidenciando esta distribución una disminución de las concentraciones respecto a mayo. En promedio mensual, las concentraciones estuvieron en el rango normal; sin embargo, frente a Pisco hubo predominancia de anomalías negativas ( $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ ), dentro de las 60 mn, y frente a San Juan e Ilo predominaron anomalías positivas ( $\sim +1 \mu\text{g L}^{-1}$ ) a 60 mn y dentro de las 30 mn, respectivamente (Figura 3.2.6.4. b). El rango de las anomalías se redujo respecto a lo observado durante mayo, donde predominaron anomalías negativas a lo largo de la costa ( $-1 \mu\text{g L}^{-1}$  a  $-2 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

A escala diaria se ha utilizado la información de MODIS (Ocean Biology Processing Group, 2003) corregida respecto a SeaWIFS (O'Reilly et al., 1998). A partir de este producto, el promedio pentadal, entre los  $6^{\circ}\text{S}$  –  $16^{\circ}\text{S}$  y dentro de las 60 mn, nos indica que las concentraciones presentaron una disminución siguiendo su ciclo anual (Figura 3.2.6.4. d). Asimismo, latitudinalmente, las condiciones normales han predominado a lo largo 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. Frente a Paita y entre Pisco y San Juan la cobertura de nubes representó el 20 % – 60 % y el 60 – 80 % de días nublados, respectivamente; mientras que, en las demás áreas se observó un 90 % de días nublados (Figura 3.2.6.4. c).

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

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

En el periodo comprendido entre enero y junio de 2019, la flota industrial de cerco desembarcó aproximadamente 2 108 308 toneladas (t). La primera temporada de pesca de anchoveta en la región norte – centro, se inició el 28 abril y concluyó el 30 de junio. En este periodo los desembarques totalizaron 1 772 415 t, correspondientes al 88 % de la cuota otorgada (2 100 000 t).

Los desembarques durante junio presentaron una tasa de captura promedio de 31 mil toneladas. La anchoveta presentó una distribución hasta las 40 mn entre Paita (5 °S) y San Juan de Marcona (15°S), con las mayores capturas frente a Chicama, Chimbote y Pisco. La estructura de tallas de la anchoveta presentó un rango entre 7,0 y 18,0 cm de longitud total, con moda en 12,5 cm y presencia de ejemplares menores a 12,0 cm alrededor del 28 %.

#### **Especies Indicadoras**

En la pesca dirigida a la anchoveta se registró como captura incidental a la caballa (*Scomber japonicus*) (Figura 3.2.7.2. a) en tallas juveniles, especie indicadora de aguas cálidas, principalmente entre Paita y Chimbote dentro de las 20 mn. En la flota de cerco artesanal se registró capturas de bonito (*Sarda chiliensis*) (Figura 3.2.7.2. b), especie indicadora de aguas oceánicas, frente a Bayovar y Pisco, dentro de las 30 mn.

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

En el mes de junio los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana (del stock norte-centro), índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD indicaron que la anchoveta presentó una baja actividad desovante acorde al su patrón histórico para junio (Figura 3.2.7.3).

## **4. PRONÓSTICO**

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

Según las simulaciones de los modelos lineales simplificados, tanto del IGP (Figura 3.1.2.6. c y d), como del IMARPE (Figura 4.2.1), y las proyecciones teóricas sobre los datos observados, la onda Kelvin cálida, formada por las anomalías de viento del este en el Pacífico ecuatorial oriental en el mes de julio, arribaría a las costas sudamericanas a fines del mes de julio e inicios de agosto. Por otro lado, la onda Kelvin cálida observada en la zona occidental podría fortalecerse con las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central. Si esta onda no perdiera energía, entonces arribaría a la costa americana a fines de agosto.

Según los pronósticos de 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 julio de 2019, para el Pacífico central (región Niño 3.4) indican en promedio condiciones neutras de julio a setiembre del año en curso, los modelos CMC1, CMC2 y NCAR\_CCM4, indican condiciones cálidas débiles para el mes de julio (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 (Figura 4.2.3).

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

En el Pacífico central continúan las condiciones oceánicas de un evento El Niño, el cual se viene manifestando desde octubre del año anterior. De persistir estas condiciones, no se descarta más adelante la formación de nuevas ondas Kelvin cálidas que pueden afectar las condiciones climáticas en el Pacífico oriental.

Los modelos climáticos de agencias internacionales indican condiciones neutras entre los meses de octubre y enero de 2020 para el Pacífico central (Niño 3.4) y oriental (Niño1+2), que incluye la costa norte del Perú. El patrón espacial de TSM (Figura 4.2.4) y de precipitación (Figura 4.2.5) pronosticado por los modelos NMME, tienen características de condiciones neutras en el océano Pacífico ecuatorial.

## 5. CONCLUSIONES

En el mes de junio la ATSM en la región Niño 1+2 se mantuvo con valores ligeramente negativos, pero aún dentro del rango normal. Sin embargo, a lo largo del litoral peruano la ATSM aumentó durante las dos primeras semanas debido al arribo de la onda Kelvin cálida para luego disminuir durante el resto del mes alcanzando condiciones entre neutras a ligeramente frías. Para el caso del nivel del mar, se observaron valores entre normales a ligeramente negativos, principalmente en el litoral centro y sur, mientras que en la primera semana de julio se observó un ligero ascenso.

El anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio, se mantuvo anómalamente intenso al sureste de su posición normal, siendo desfavorable para el incremento sostenido de los vientos alisios frente a Perú. Sin embargo, periodos cortos de intensificación del viento costero estarían asociados al acercamiento episódico del APS hacia la costa.

El viento costero (<50 mn) y el afloramiento mostraron condiciones más débiles que lo normal, en particular frente a la costa central entre los 8 °S y 13 °S, mientras que fuera de las 100 mn la intensidad del viento exhibió fluctuaciones asociadas a los pulsos de debilitamiento o intensificación del APS.

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

Los principales ríos de las Regiones Hidrográficas del Pacífico y Titicaca presentan en promedio un comportamiento descendente con caudales próximos a sus valores normales. En la Región Hidrográfica de Amazonas se observó un comportamiento descendente a excepción del río Napo, el cual mostró valores por encima de su caudal promedio.

La anchoveta en la región norte - centro presentó una distribución hasta las 40 mn de la costa, abarcando desde Sechura (5°S) hasta San Juan de Marcona (15°S). Los indicadores reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro continúan mostrando baja actividad desovante conforme al patrón histórico.

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos numéricos internacionales de NMME, con condiciones iniciales de julio, 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 julio 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 hasta la primavera se mantengan las condiciones entre neutras a ligeramente frías frente a la costa peruana. Esto debido a la llegada de una onda Kelvin fría a finales de julio, la cual, de mantenerse, podría normalizar 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

- Boulanger, J.-P., and C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, *J. Geophys. Res.*, 100(C12), 25,041–25,059.
- 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.
- Grados, C., Chaigneau, A., Echevin, V., Domínguez, N. 2018. Upper ocean hydrology of the Northern Humboldt Current System at seasonal, interannual and interdecadal scales. *Progress in Oceanography* 165 (2018) 123–144.
- 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.

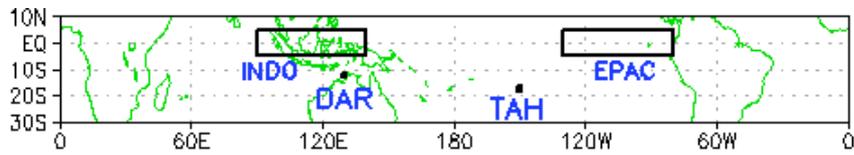
O'Reilly, J.E., Maritorena, S., Mitchell, B. G., Siegel, D. A., Carder, K. L., Garver, S. A., Kahru, M., & McClain, C. R. (1998). Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS, *Journal of Geophysical Research* 103, 24937-24953, doi: 10.1029/98JC02160.

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

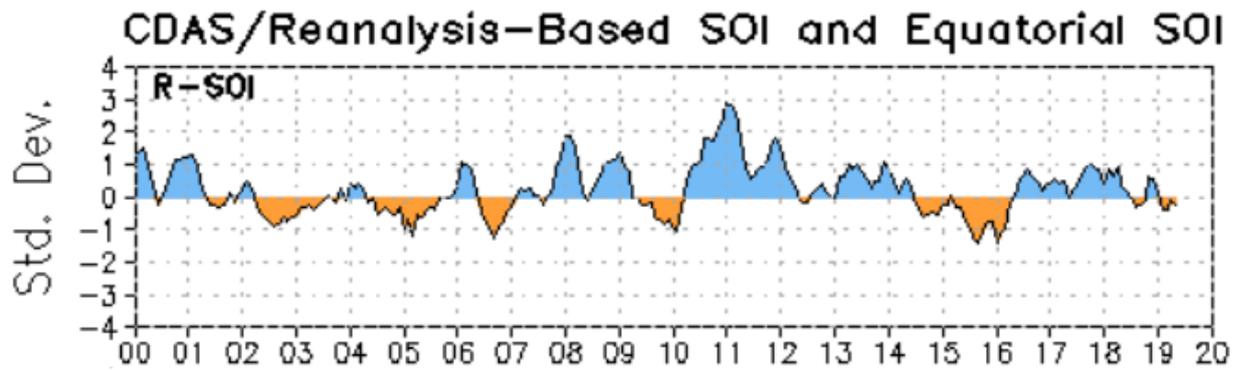
Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Febrero, 1, 2, 8-9.

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

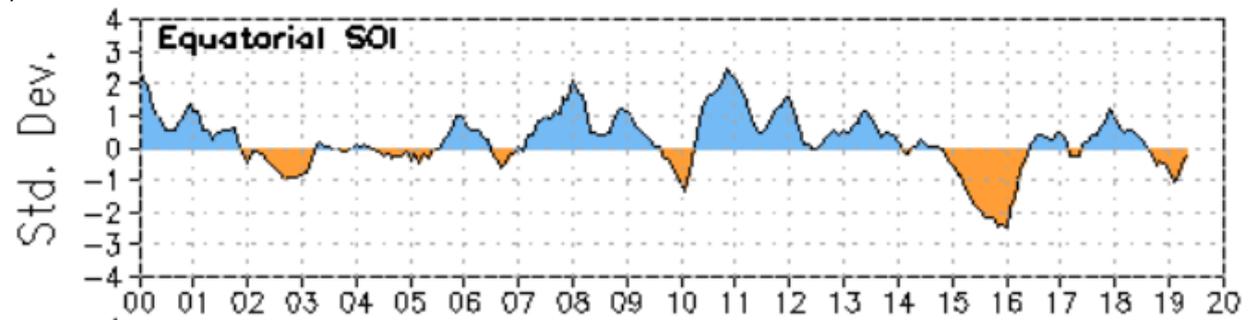
## 7. FIGURAS



a)

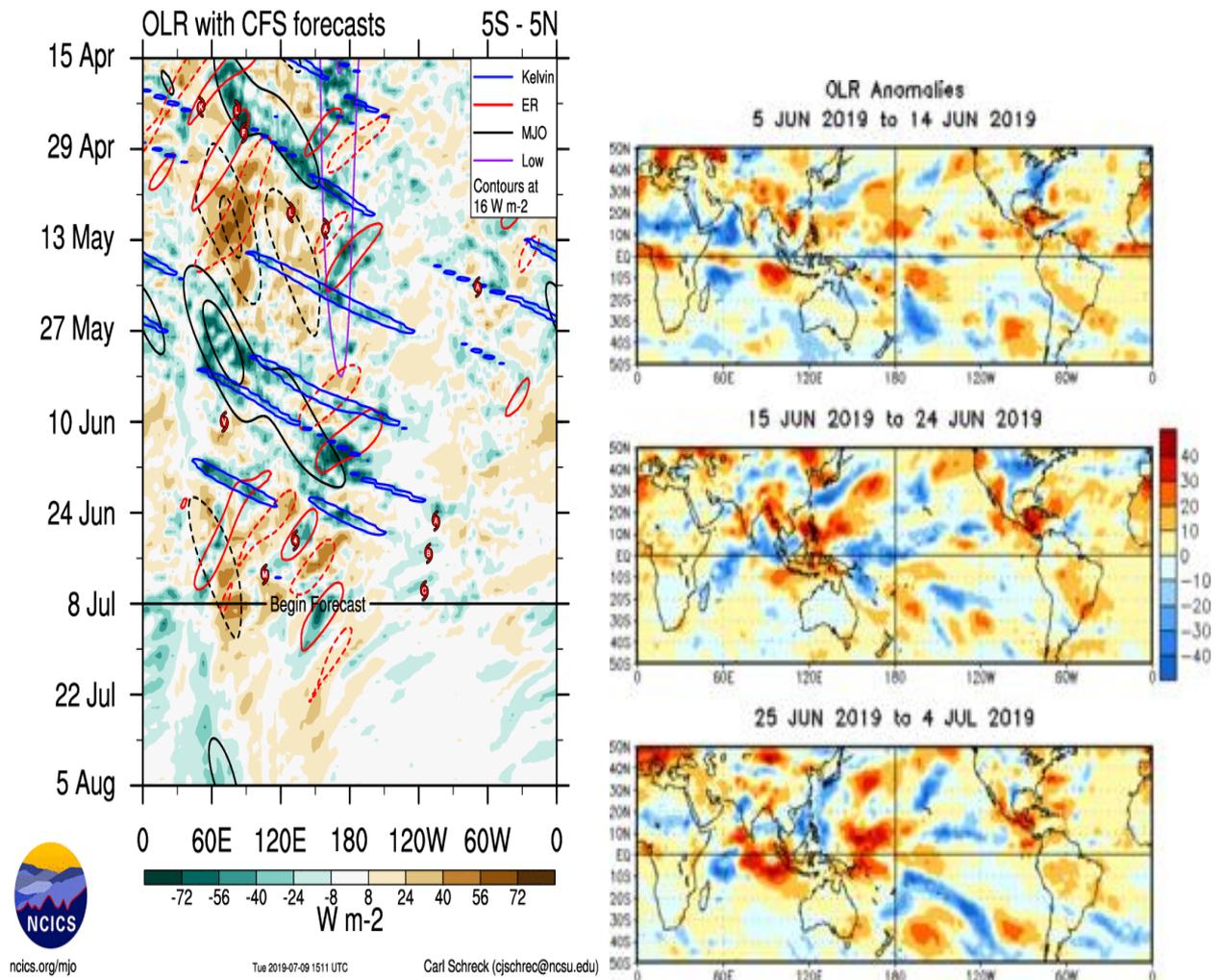


b)



Media móvil de tres meses de un CDAS / Derivados de Re-análisis.

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

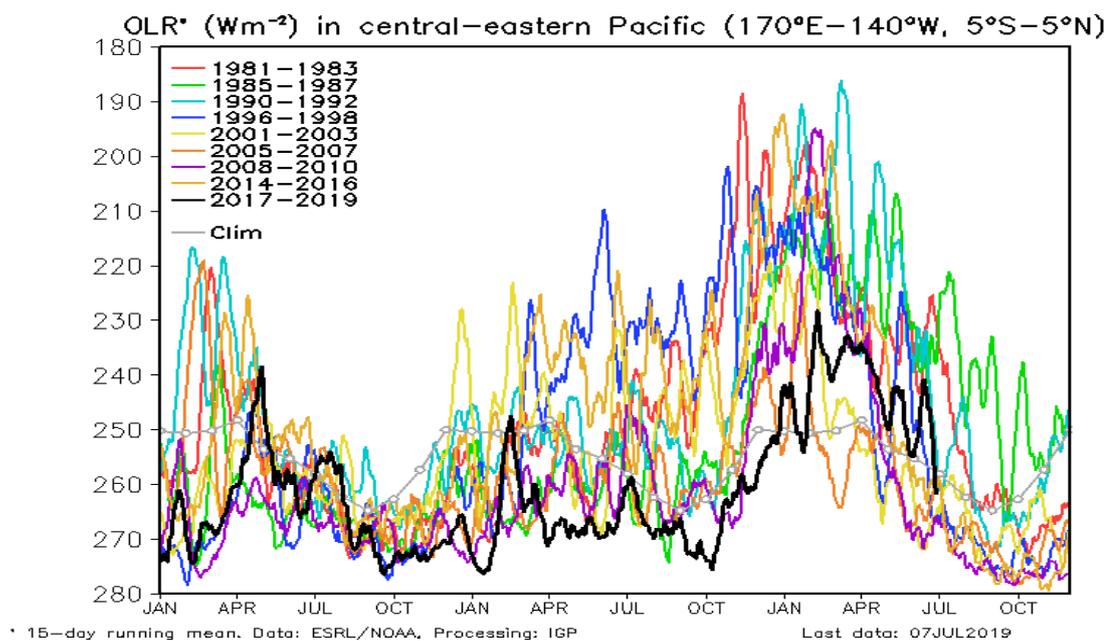


a)

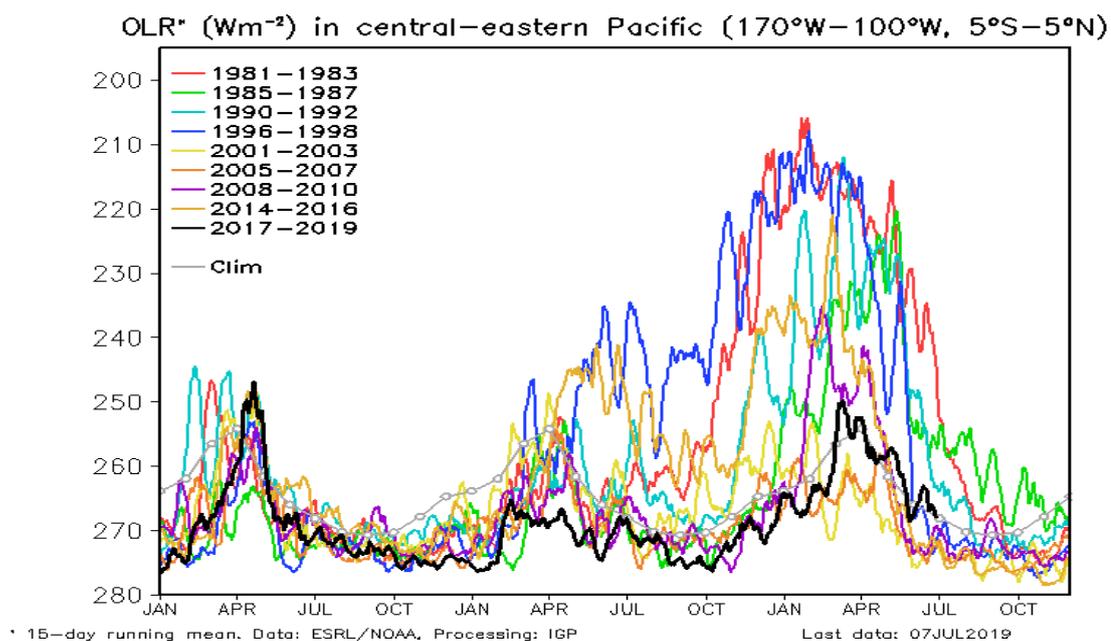
b)

**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 junio de 2019. Datos: CFS y NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI

a)

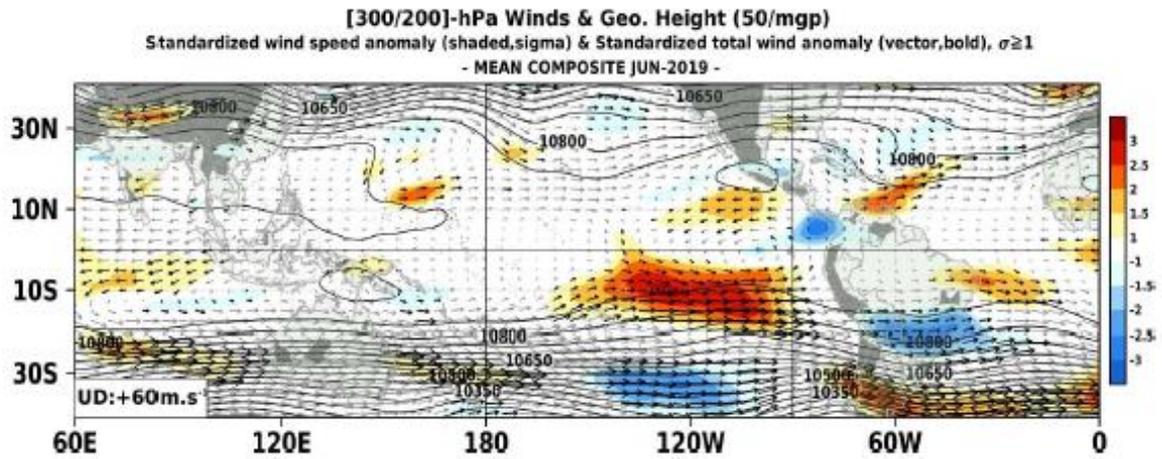


b)

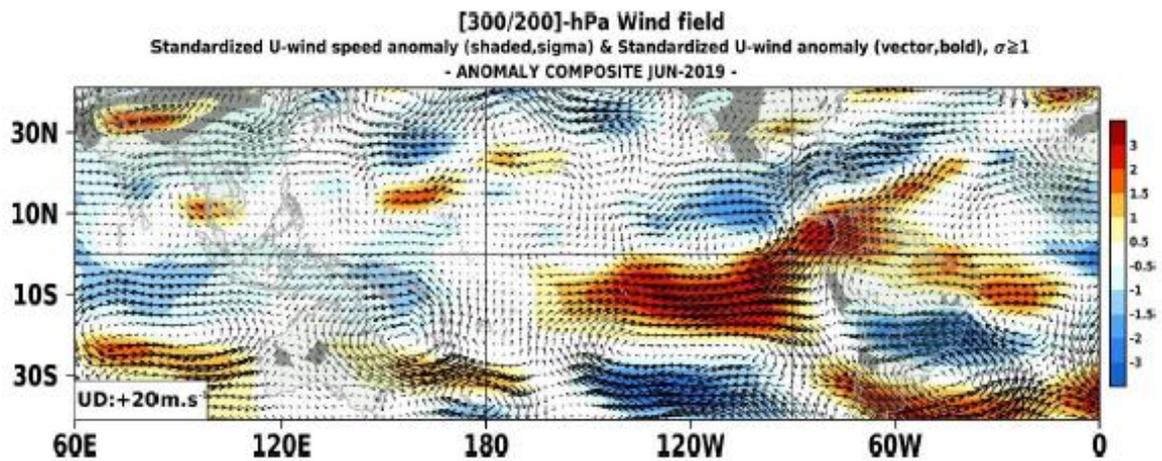


**Figura 3.1.1.3** Radiación de Onda Larga – OLR ( $W/m^2$ ), desde el mes de enero de 2017 hasta el 07 de julio de 2019, en el Pacífico central-oriental en: a)  $170^{\circ}W-140^{\circ}W, 5^{\circ}S-5^{\circ}N$  y b)  $170^{\circ}W-100^{\circ}W, 5^{\circ}S-5^{\circ}N$ . Datos: ESRL/NOAA. Procesamiento: IGP.

a)

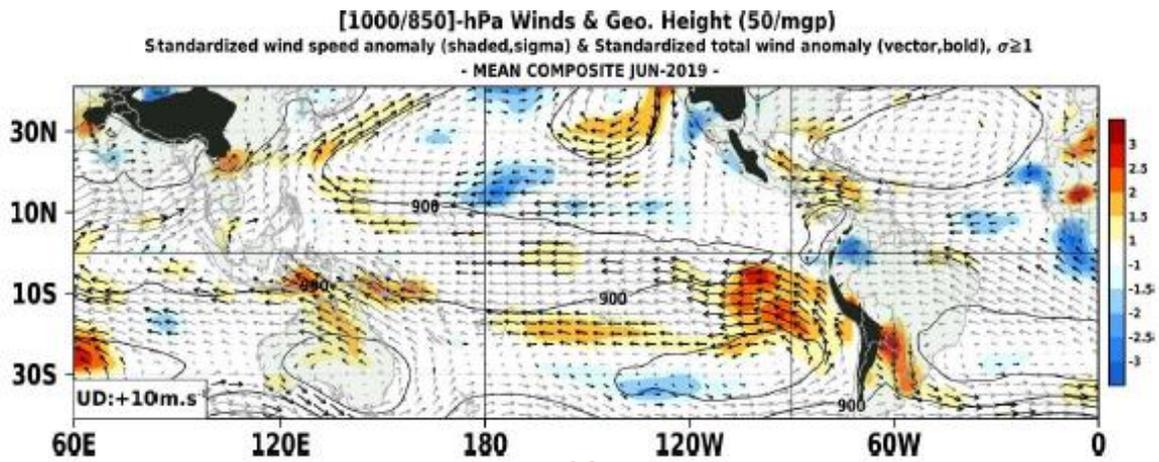


b)

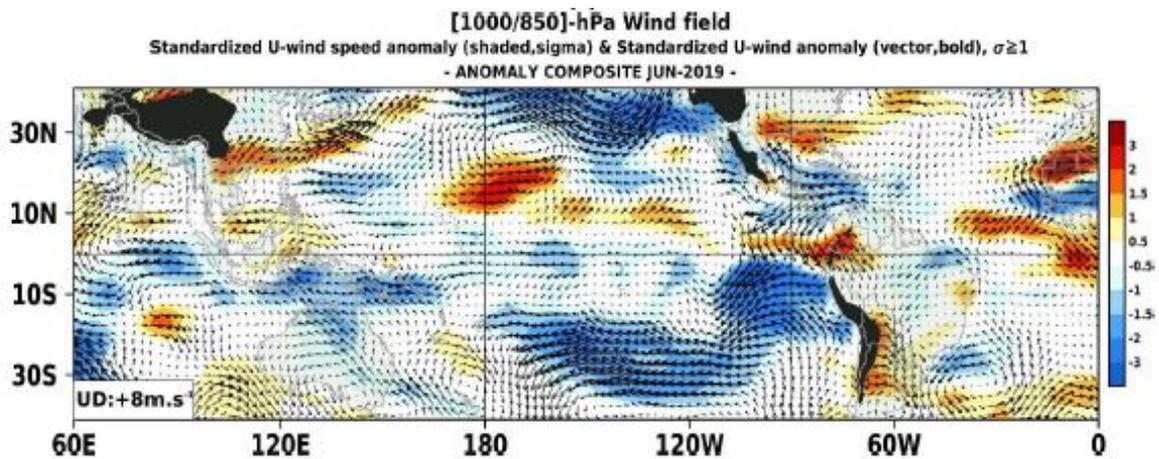


**Figura 3.1.1.4** Configuración atmosférica en niveles altos (300 - 200 hPa) para el mes de junio del 2019. a): Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada  $\pm 0,5 \sigma$ ). b):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

a)

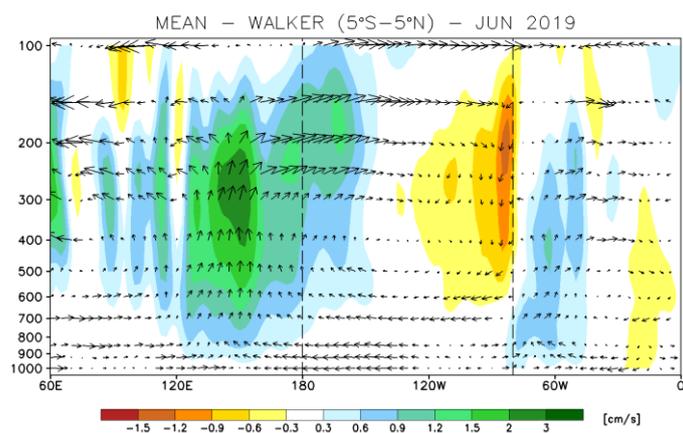


b)

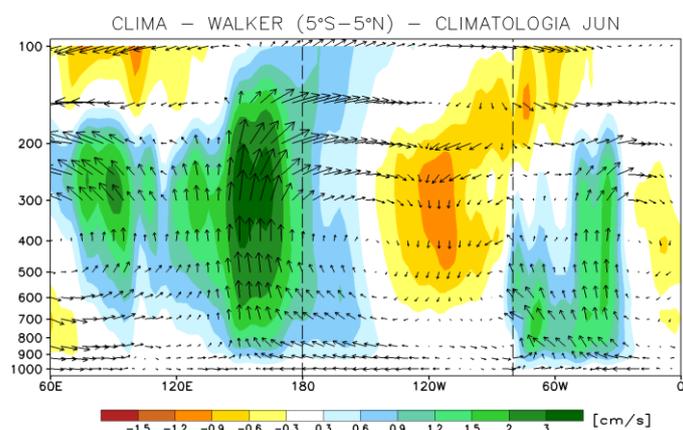


**Figura 3.1.1.5.** Configuración atmosférica en niveles bajos (1000 - 850 hPa) para el mes de junio del 2019. a): Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matices de colores cada  $\pm 0,5 \sigma$ ). b): Anomalías del campo de viento (m/s, 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.

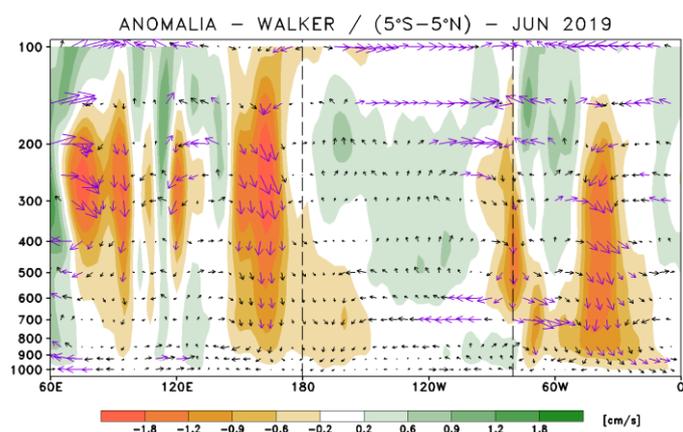
a)



b)

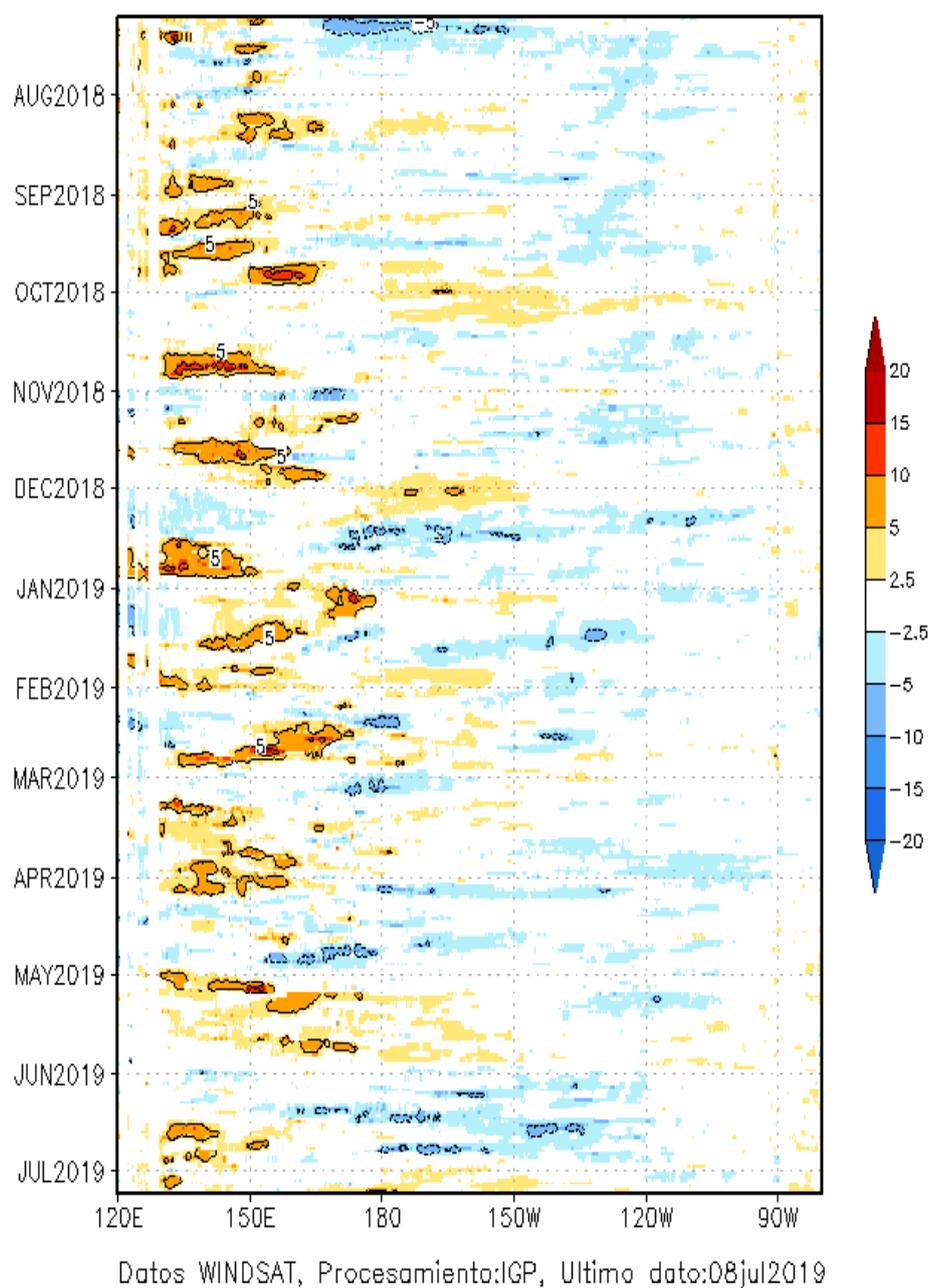


c)

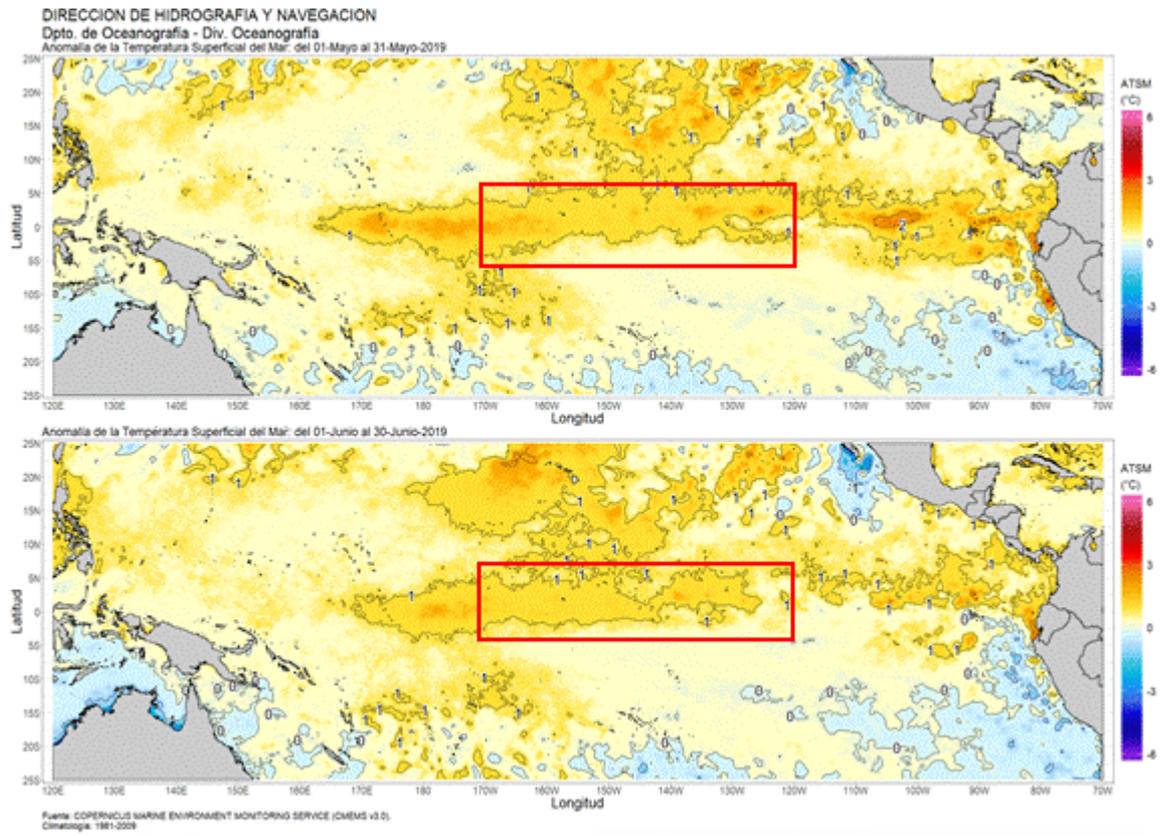


**Figura 3.1.1.6.** Secciones verticales de la Circulación Atmosférica Ecuatorial (Walker) de este a oeste para el mes de junio 2019. (a), patrón promedio, (b) patrón climatológico y (c) patrón anómalo. Fuente: SPC/SENAMHI.

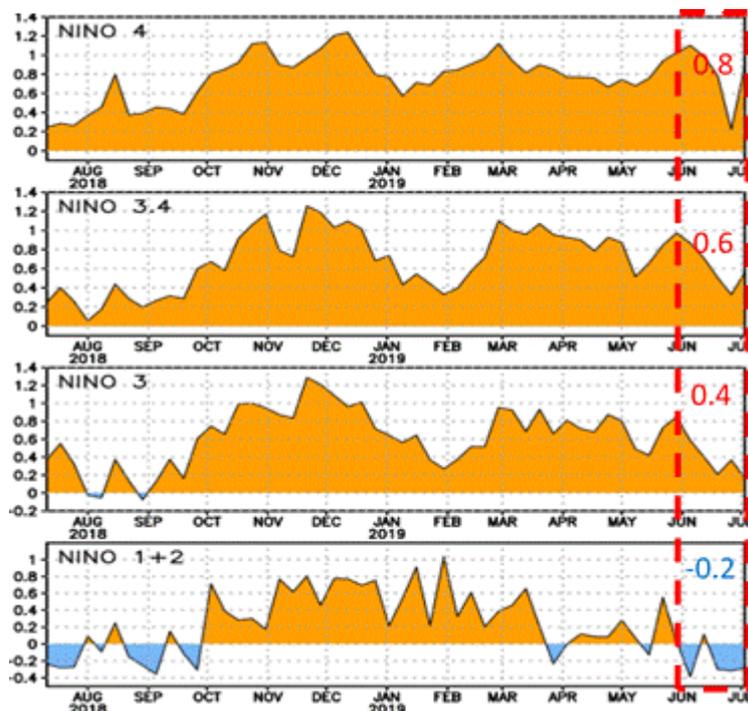
Anomalia de esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{Nm}^{-2}$ )  
promediada entre 2S y 2N



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

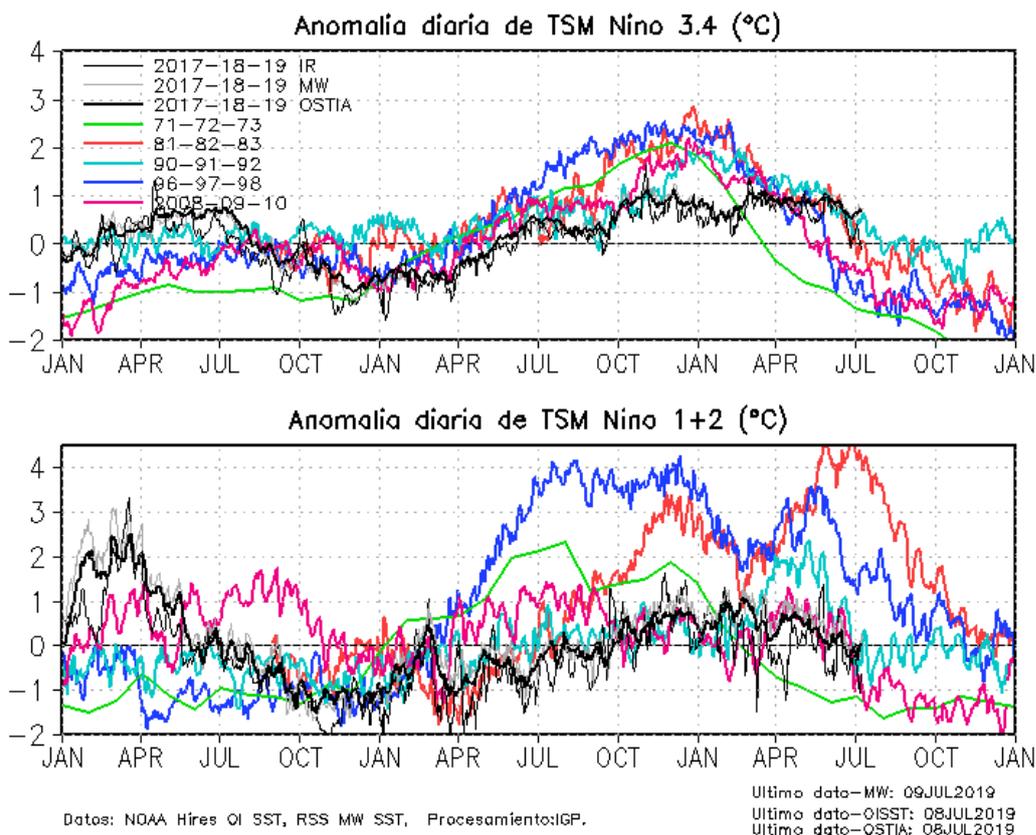


(a)

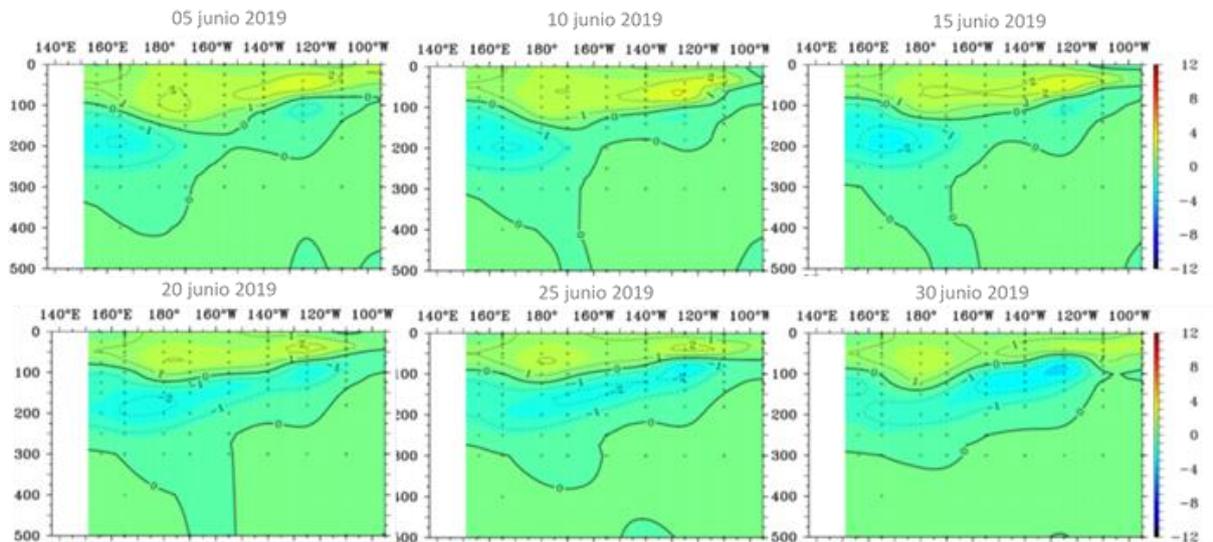


(b)

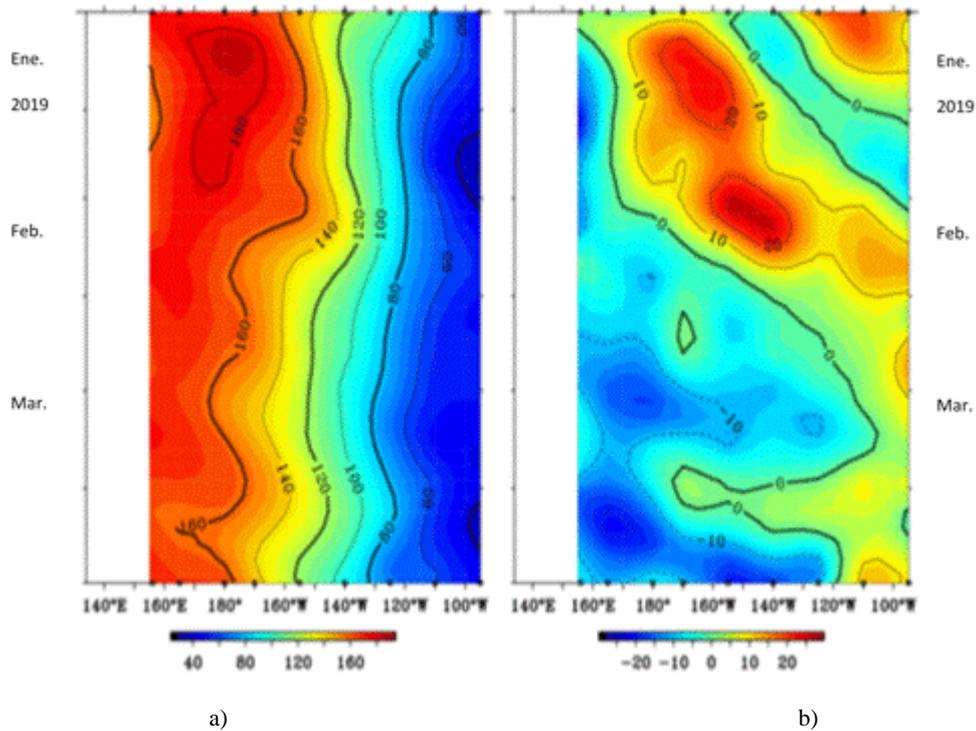
**Figura 3.1.1.8.** a) Anomalia promedio de mayo y junio de 2019 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN. b) Diagrama longitud-tiempo de la anomalia de la temperatura superficial del mar entre los 140°E-80°W y 2°N-2°S. Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN. c) Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de julio 2018 a junio 2019. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA.



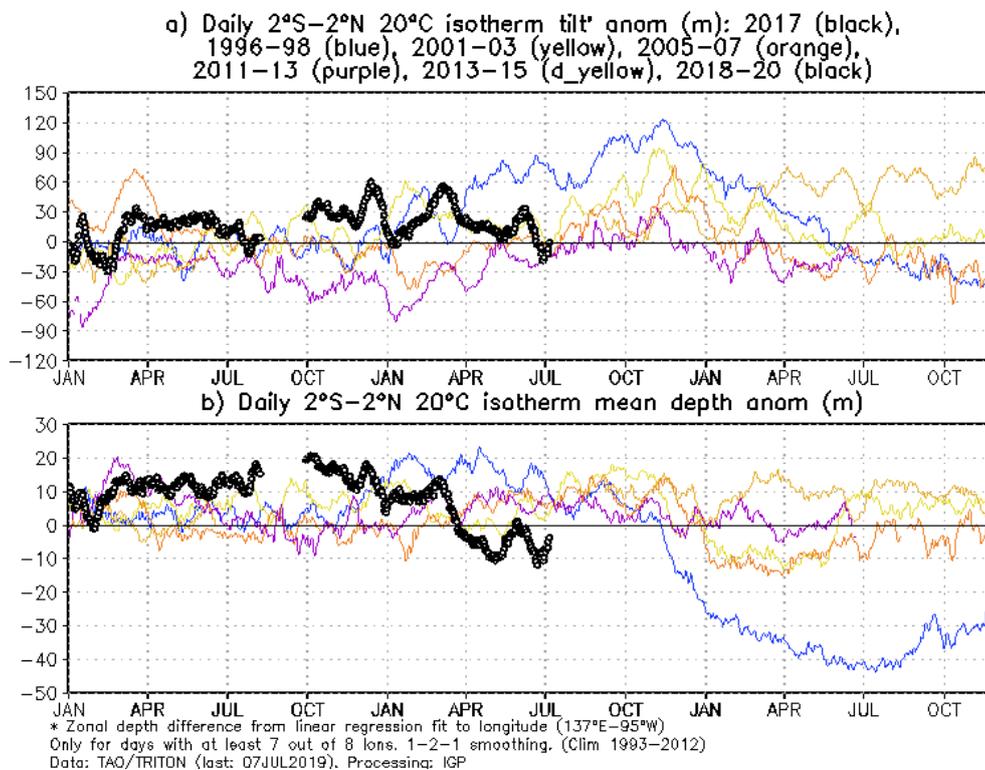
**Figura 3.1.1.9** Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (panel superior) y Niño 1+2 (panel inferior). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (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.



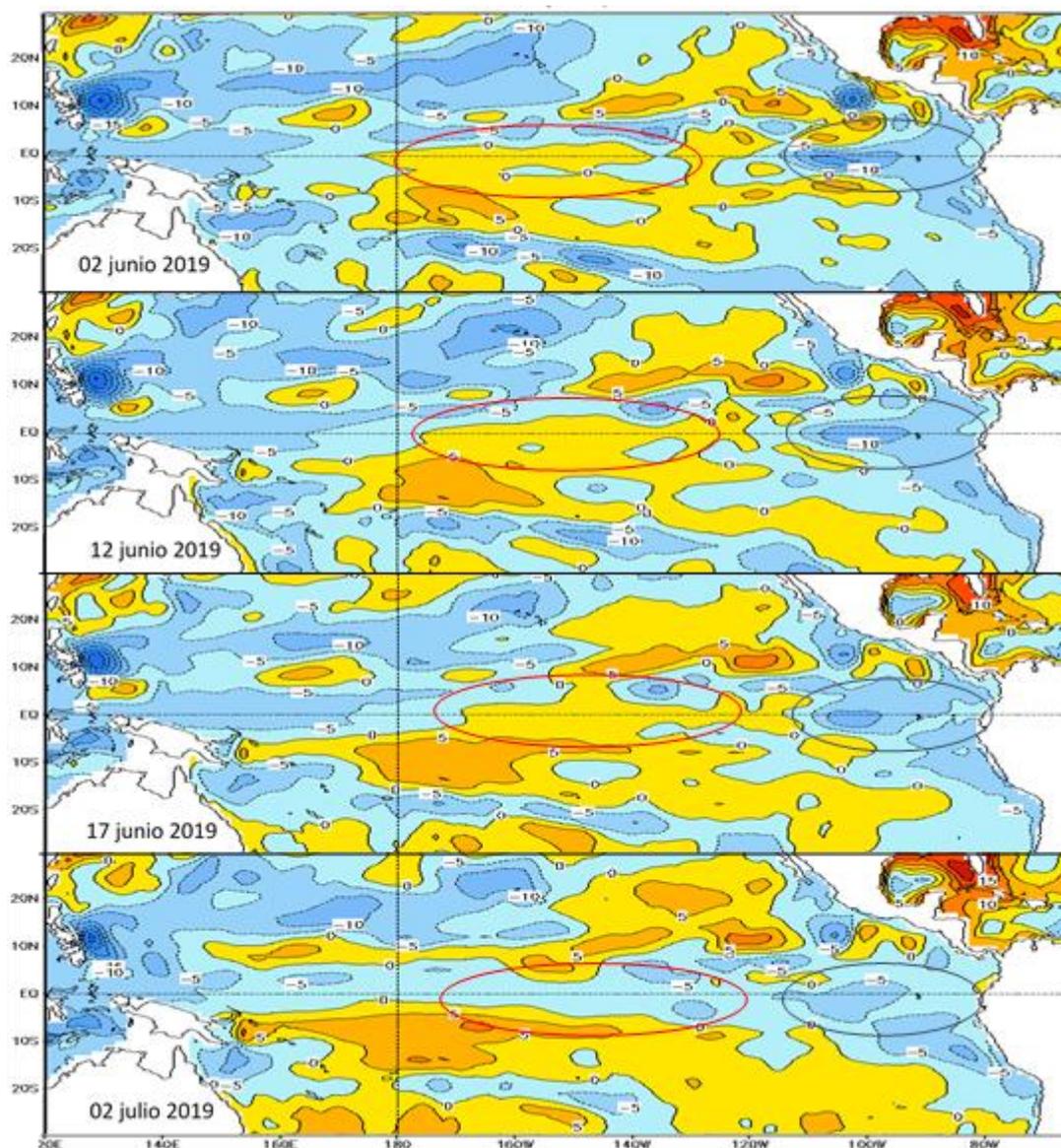
**Figura 3.1.2.1.** Diagramas longitud-profundidad de la anomalías de la temperatura del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (promediados entre 2 °N y 2 °S) para los días, de izquierda a derecha y de arriba abajo, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de junio de 2019. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.



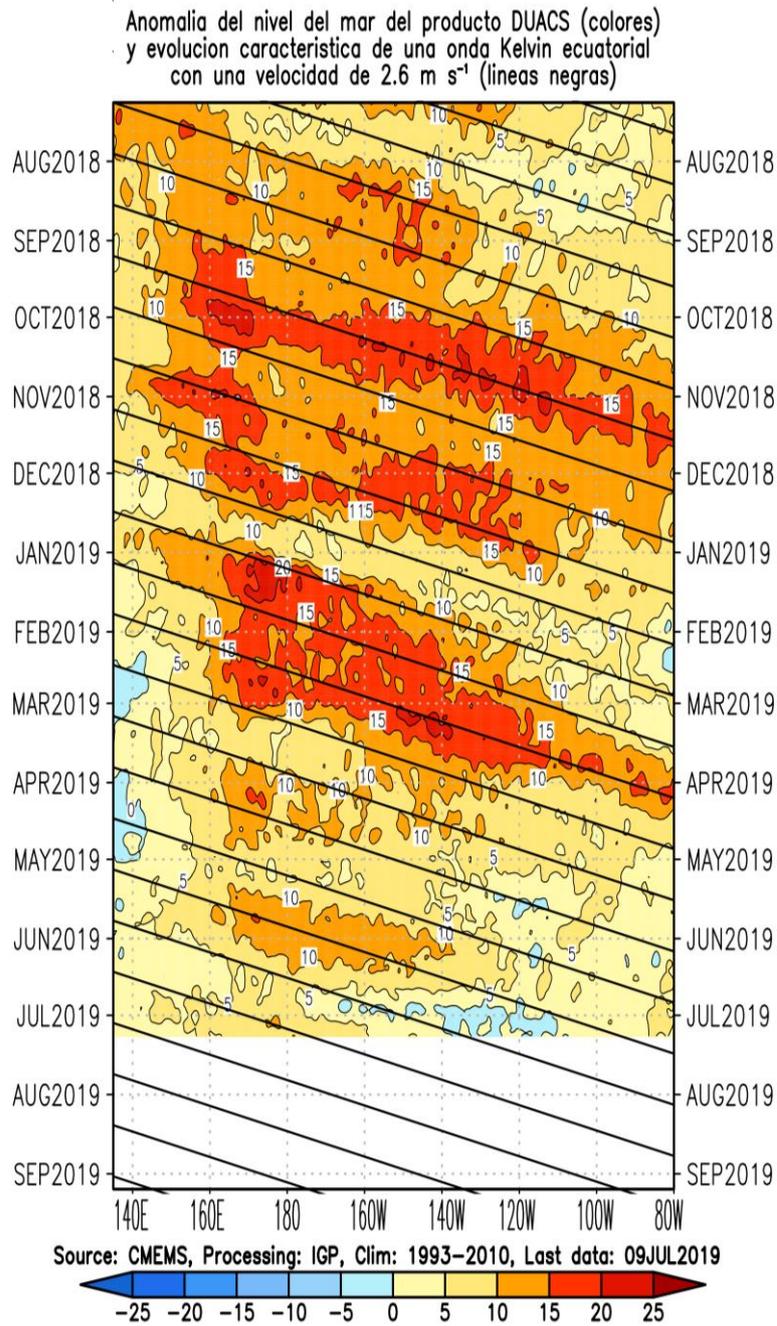
**Figura 3.1.2.2.** Diagrama longitud-tiempo de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promediado entre 2°N y 2°S, desde enero a junio de 2019, tanto para su valor total (a) como para su anomalía (b). Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL



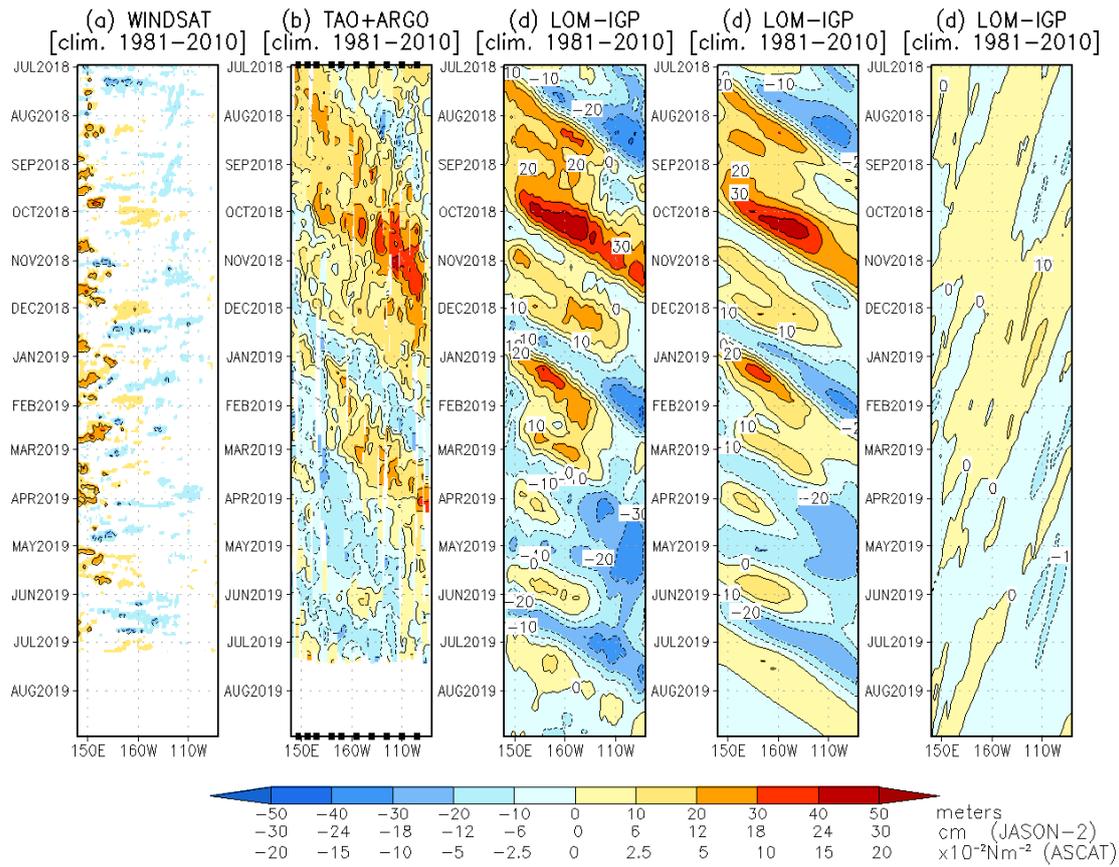
**Figura 3.1.2.3.** Series de tiempo de: a) la inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de TAO entre 2°N y 2°S; y b) del contenido de calor en la región ecuatorial. Estas series de tiempo se obtuvieron usando datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP



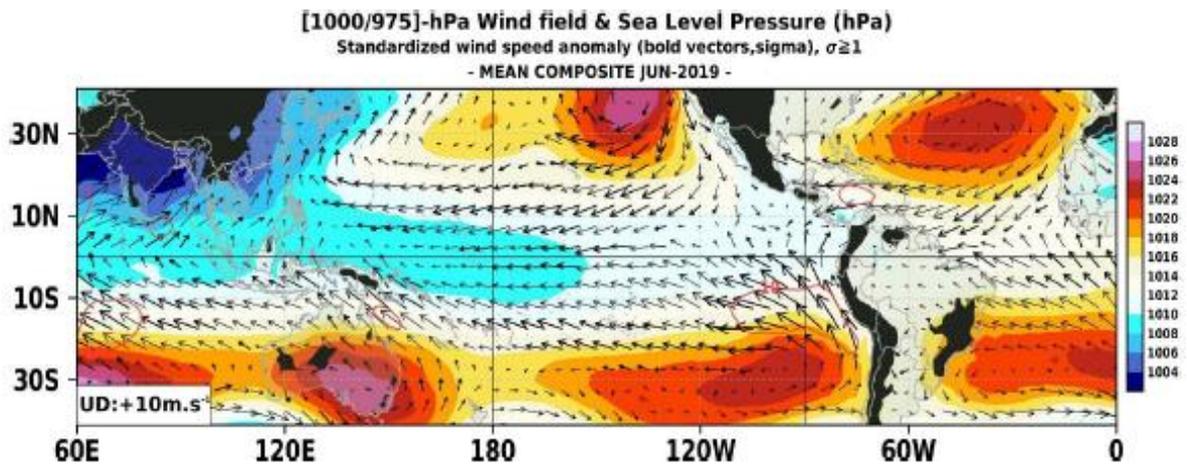
**Figura 3.1.2.4** Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para, de arriba a abajo, el 02, 12, 17 de junio y 02 de julio de 2019. Las zonas resaltadas indican la extensión de las anomalías negativas en la región central oriental y costera de Perú. Climatología 1981 – 2010 Fuente. (GODAS).



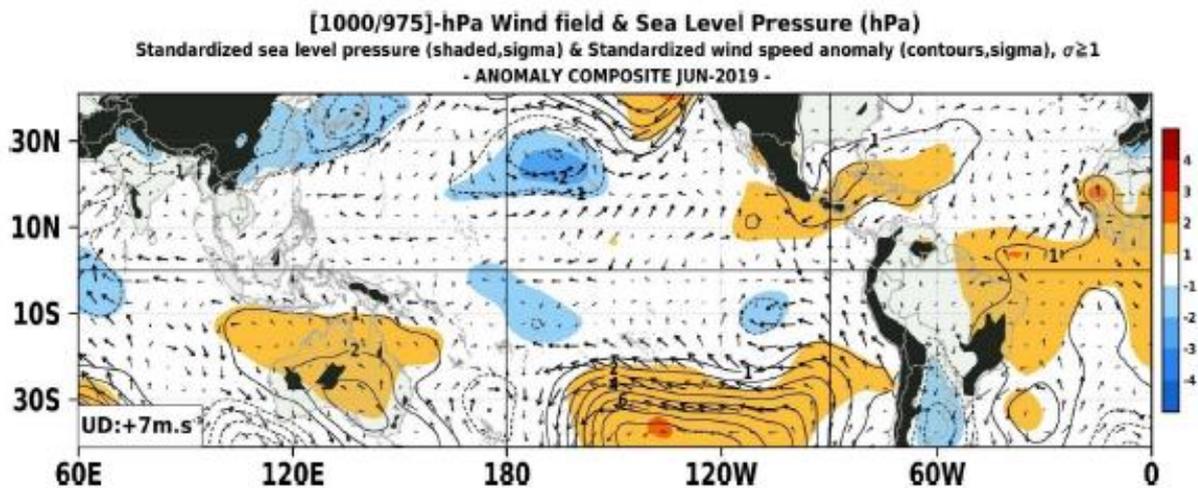
**Figura 3.1.2.5.** Diagrama longitud – tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda Kelvin si tuviera una velocidad aproximada de 2,6 m/s. Elaboración IGP.



**Figura 3.1.2.6.** Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por WINDSAT, y tau=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2,6 m/s. Elaboración: IGP.



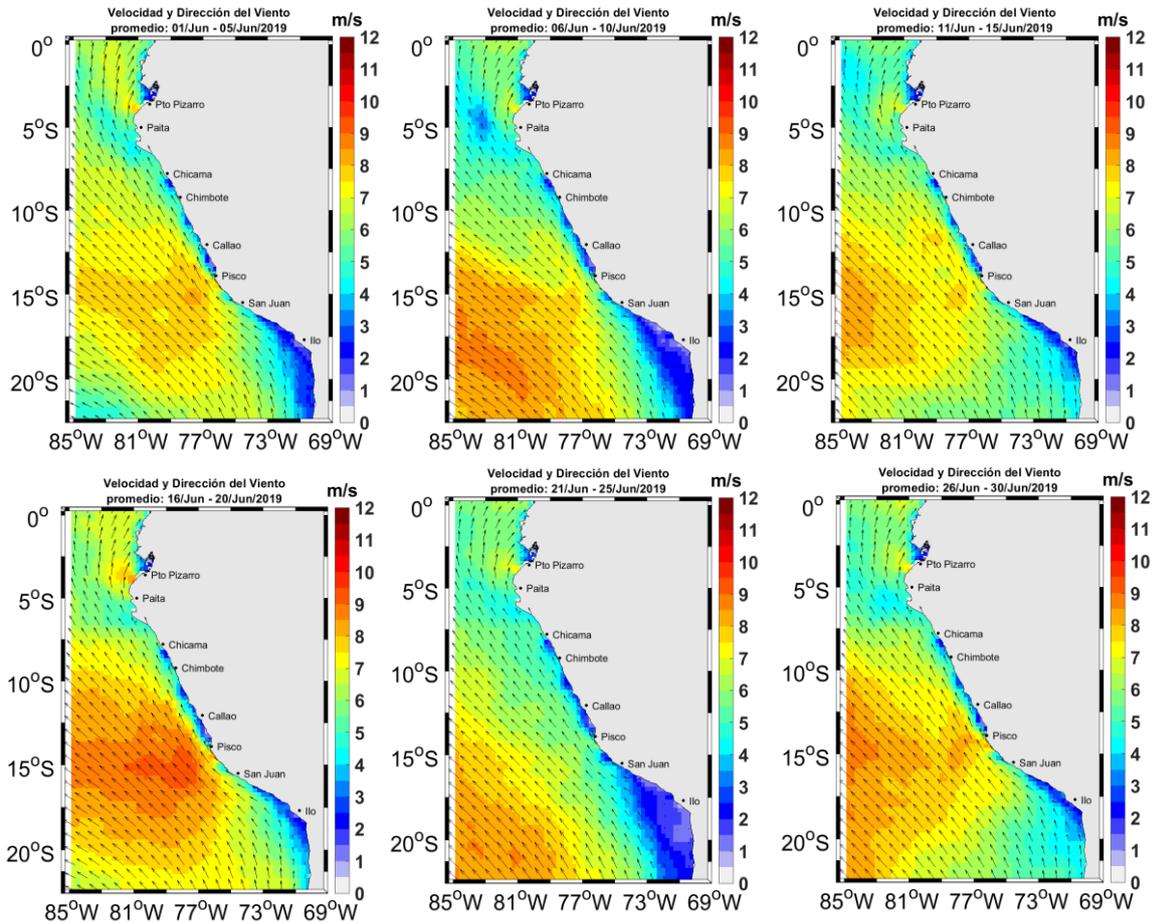
a)



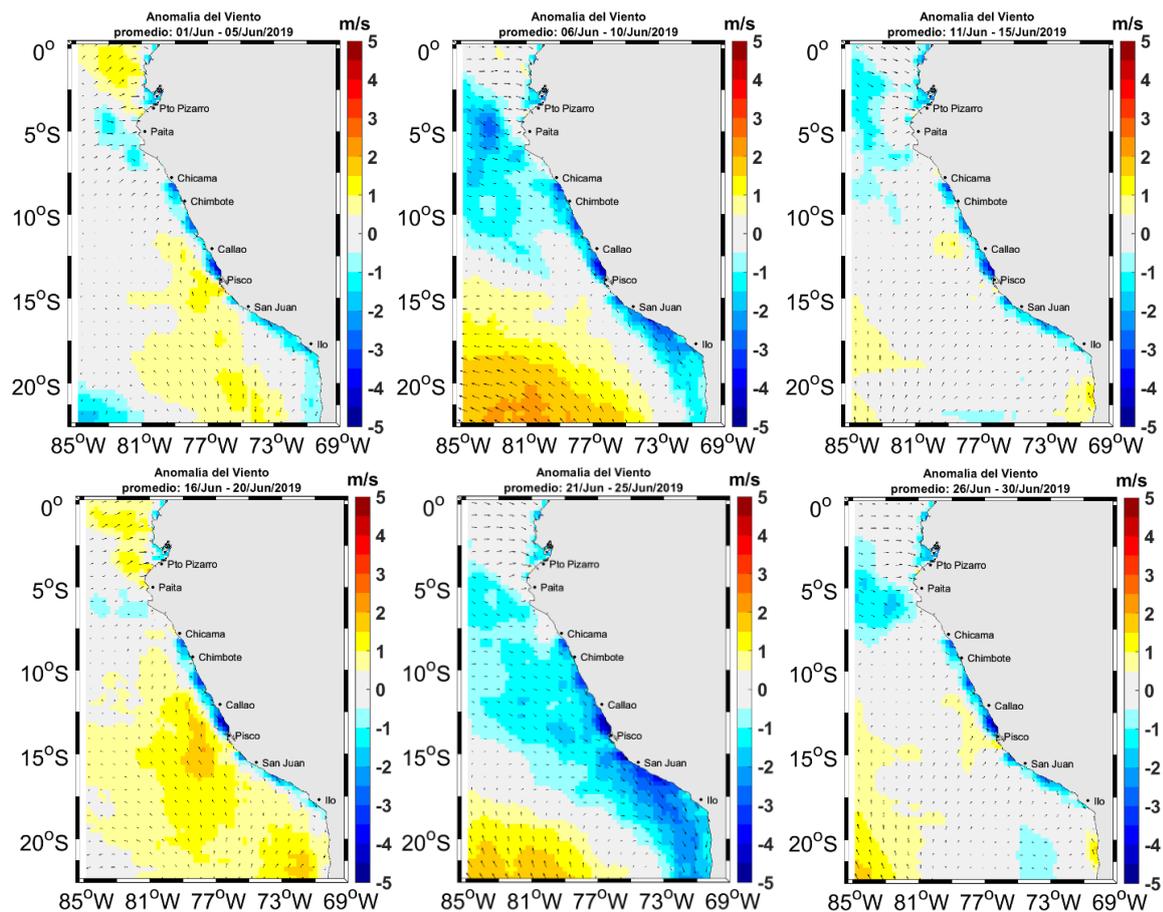
b)

**Figura 3.2.1.1.** Análisis de superficie para el mes de junio 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,  $\sigma > 1$ .

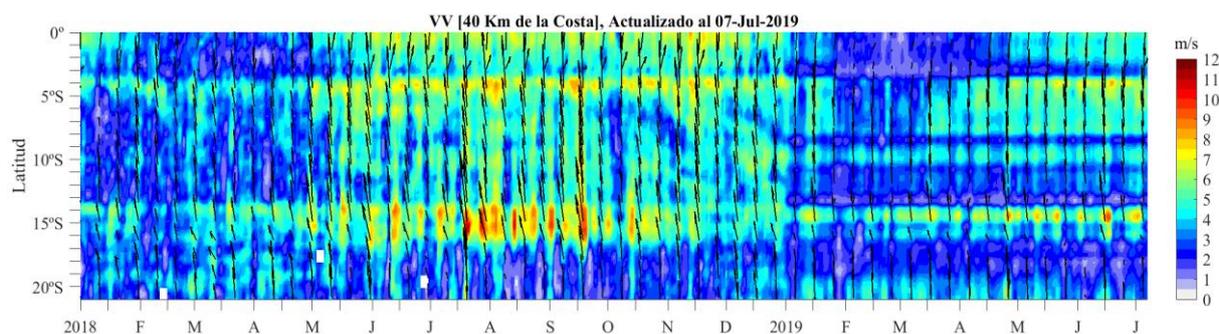
Fuente: SPC/SENAMHI.



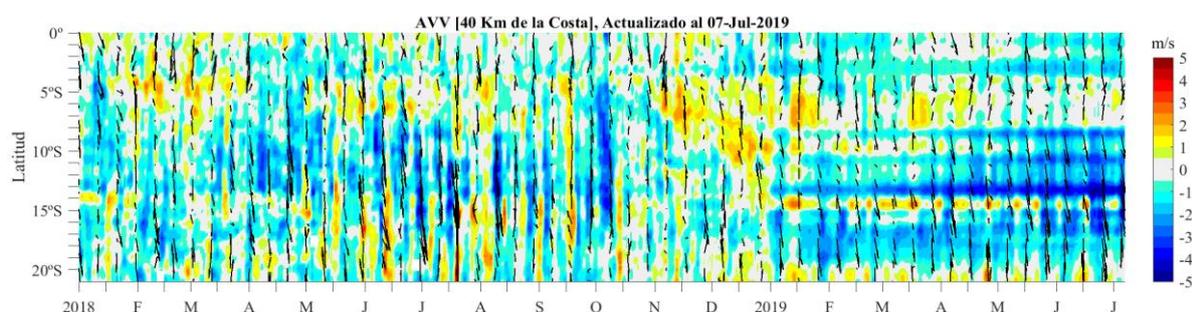
**Figura 3.2.1.2.** Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de junio del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS (ASCAT disponible hasta el 03 de marzo del 2019 por lo cual la información fue completada con el producto del modelo GFS, previa validación de acuerdo a Correa et al. 2016). Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/06/2019.



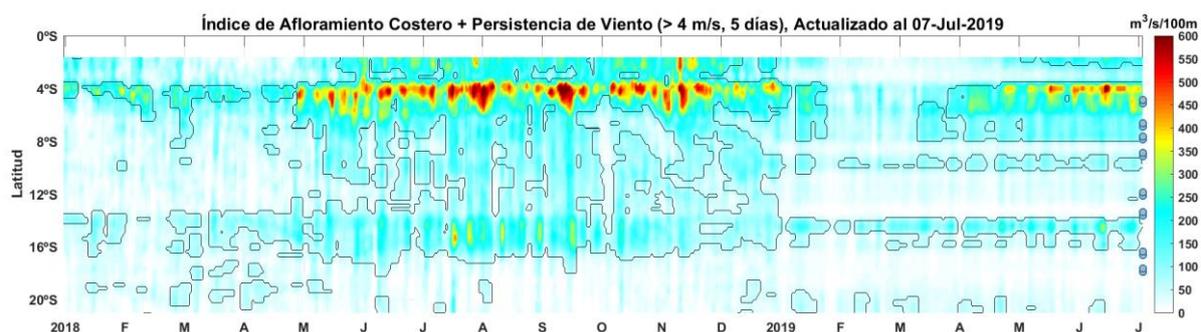
**Figura 3.2.1.3.** Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de junio del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/06/2019.



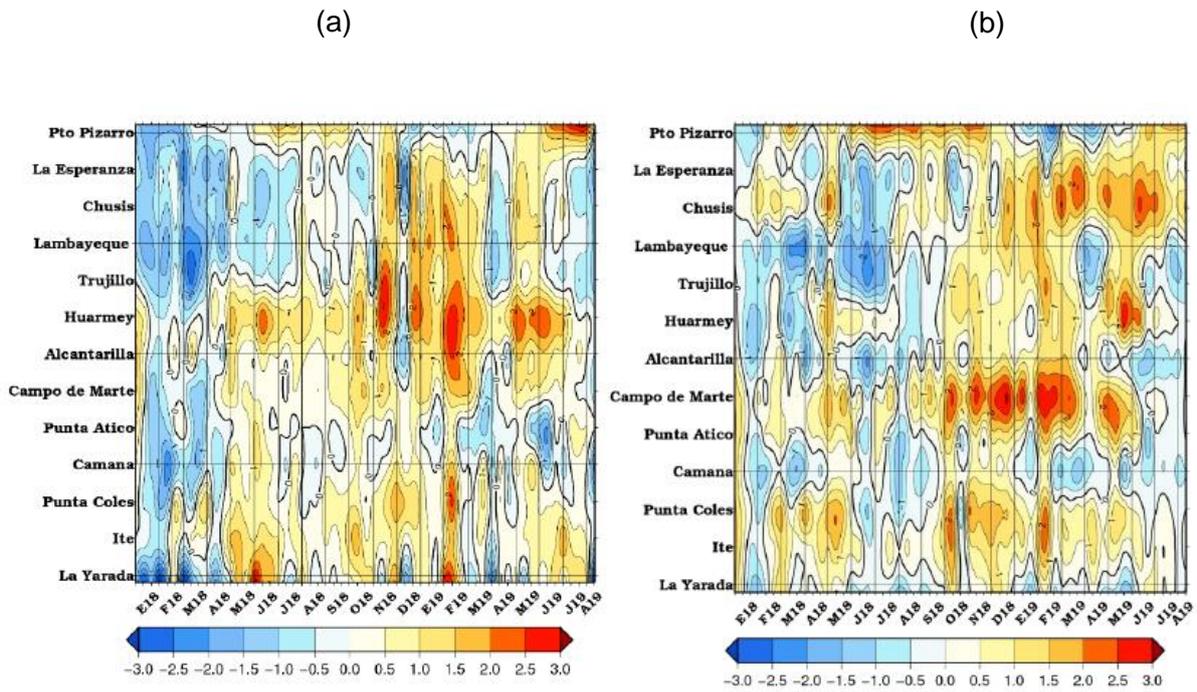
**Figura 3.2.1.4** Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 07/07/2019.



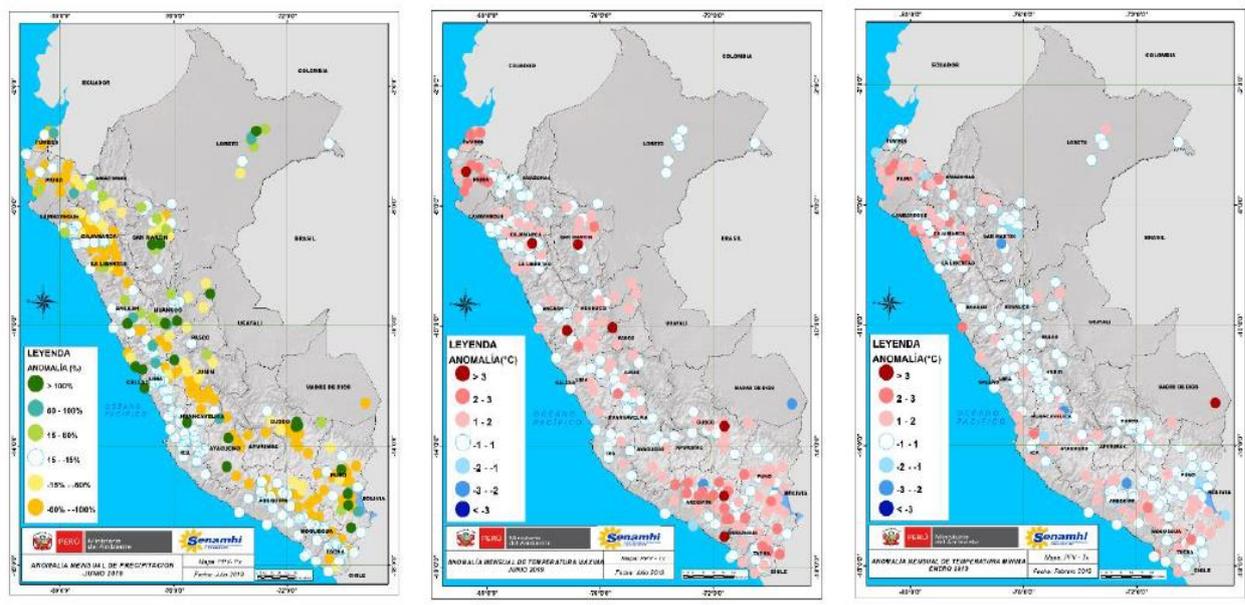
**Figura 3.2.1.5.** Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana meses (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 07/07/2019.



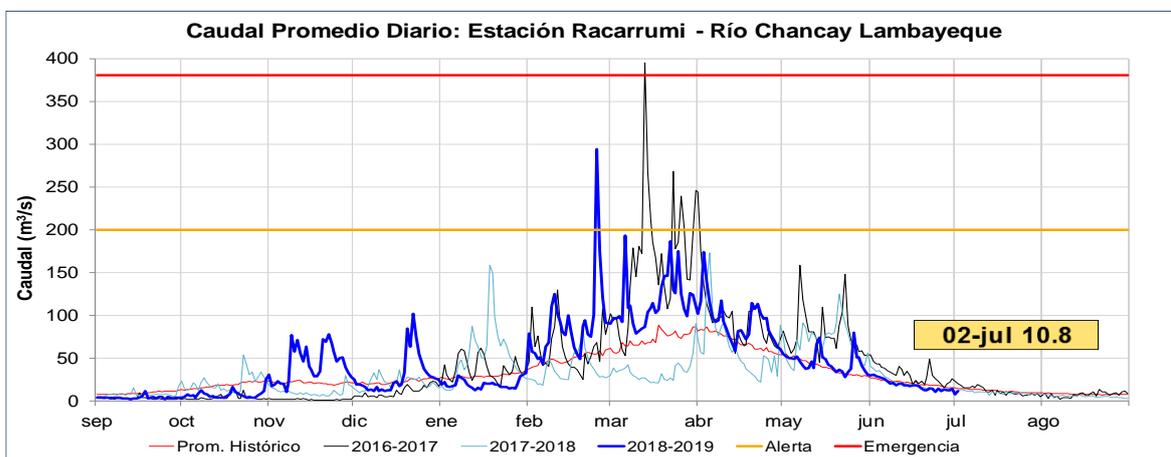
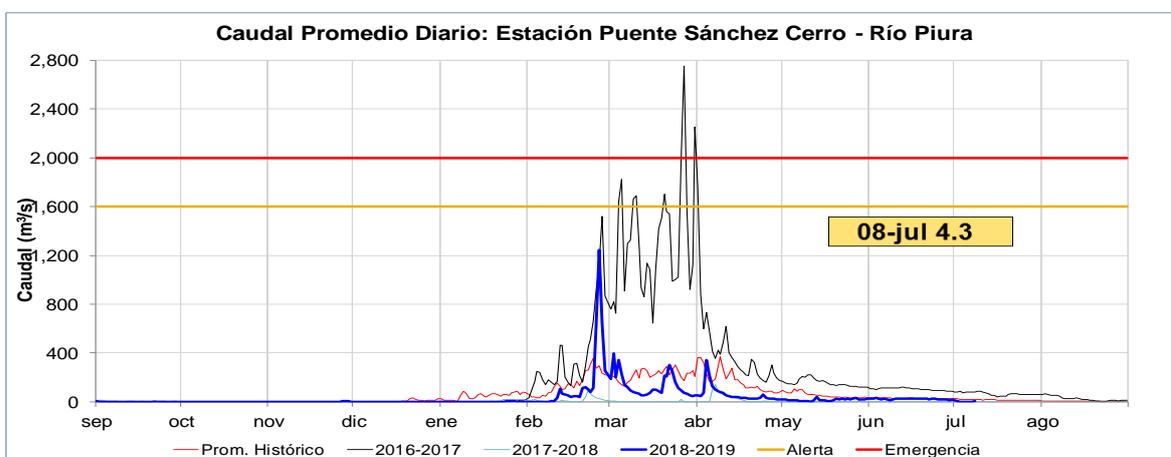
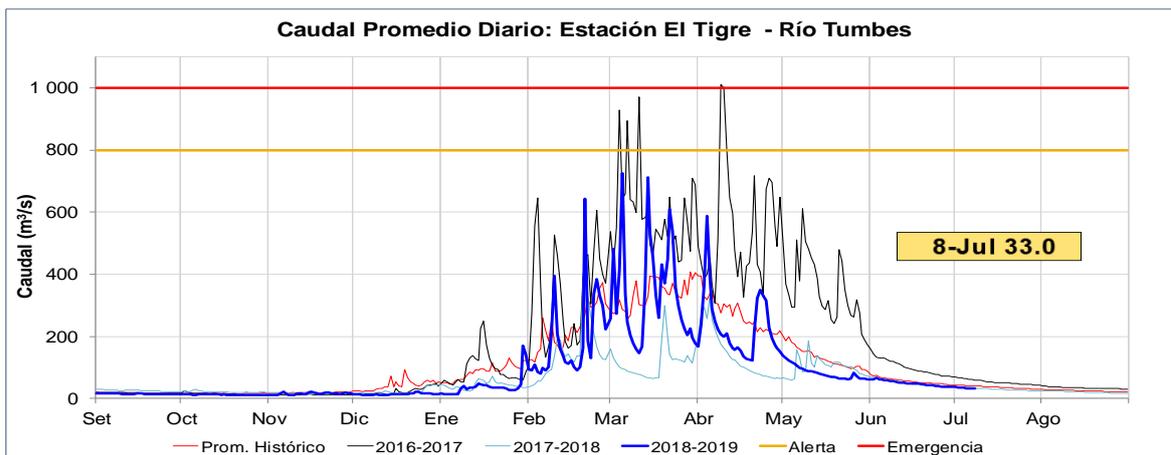
**Figura 3.2.1.6.** Diagrama de Hovmöller del Índice de Afloramiento Costero ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100\text{m}$ ), calculado a partir del viento satelital ASCAT y *productos del modelo GFS* a 40 Km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad diciembre a  $4 \text{ m s}^{-1}$  durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 07/07/2019.



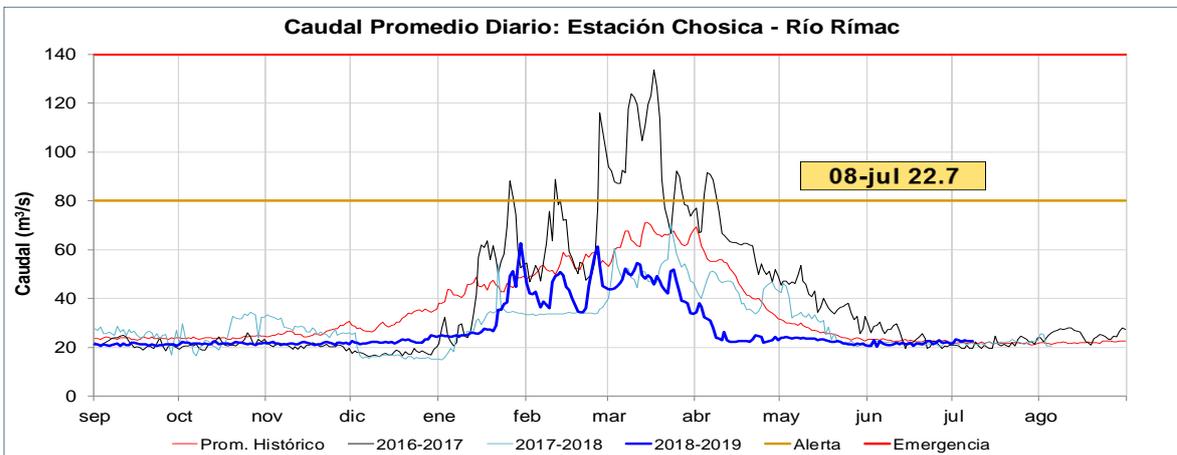
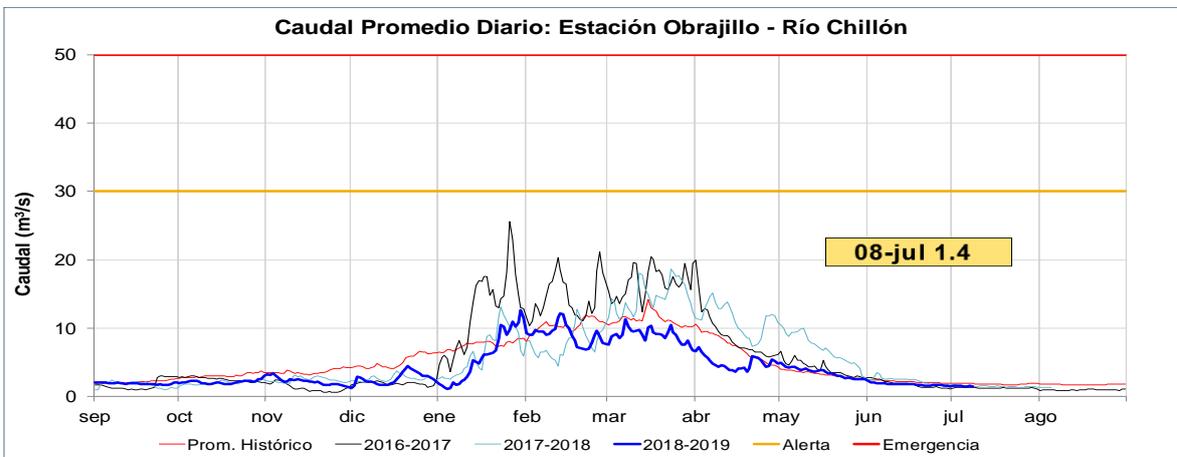
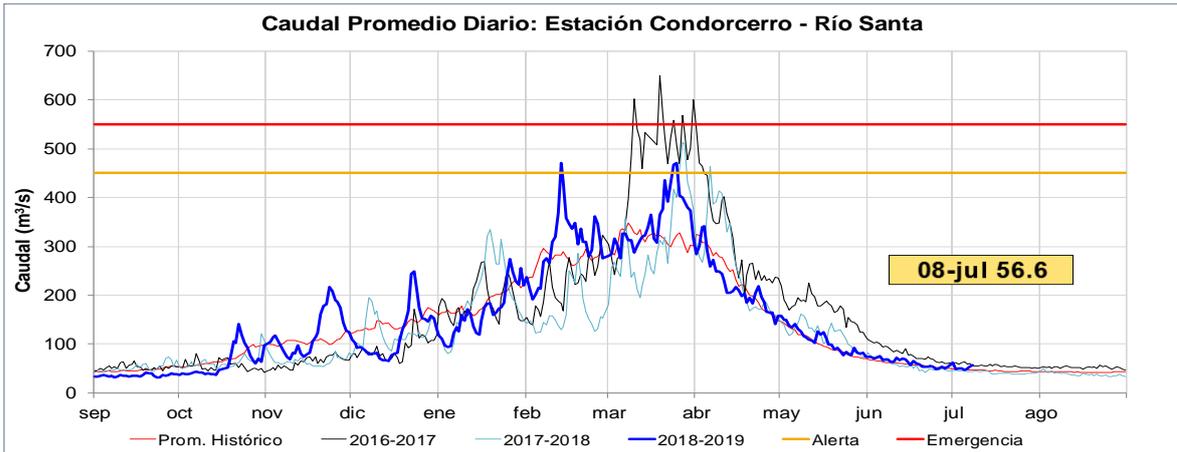
**Figura 3.2.2.1.** Anomalías de las temperaturas extremas del aire (Tmax y Tmin) para estaciones costeras a lo largo del litoral del Perú distribuidas desde el norte hacia el sur.  
Fuente: SPC/SENAMHI.



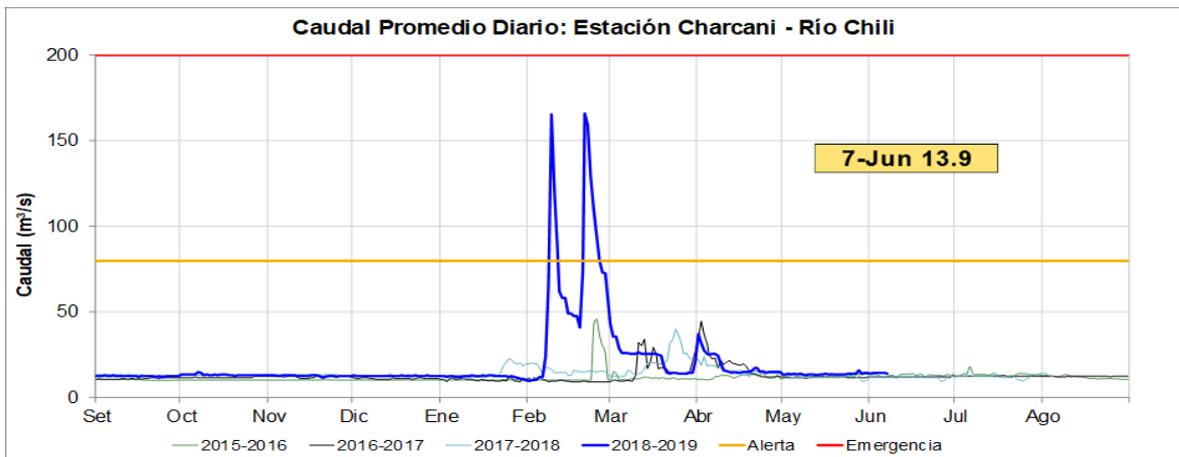
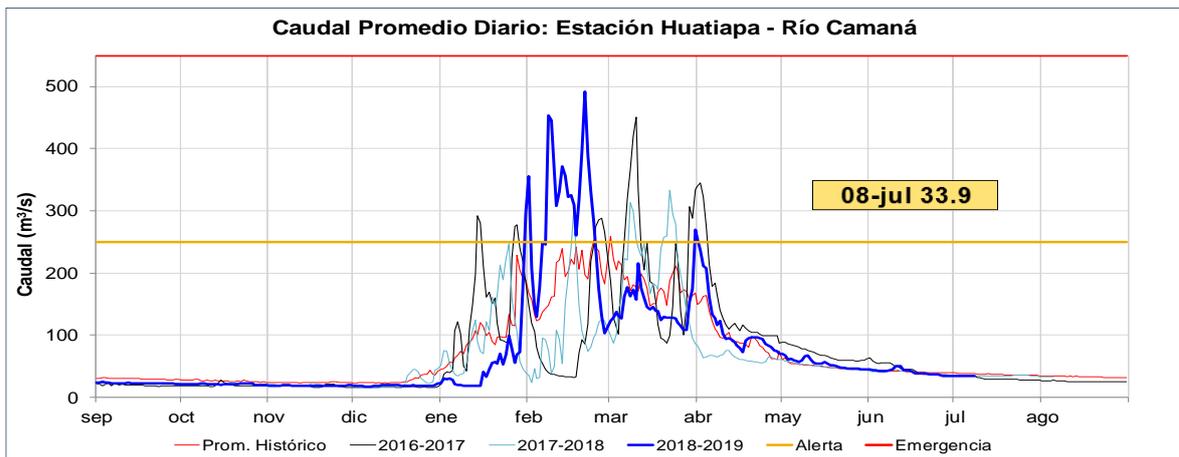
**Figura 3.2.3.1.** Anomalías termo-pluviométricas a nivel nacional para el mes de junio de 2019. Las anomalías porcentuales de la precipitación, temperatura máxima, y temperatura mínima se muestran en el panel de la izquierda, el centro y la derecha, respectivamente. Fuente: SPC/SENAMHI.



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

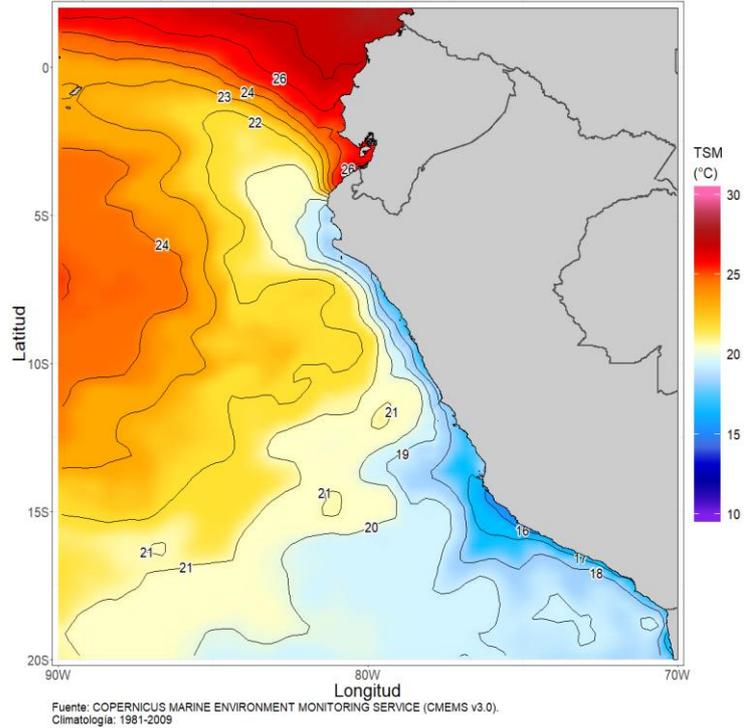


**Figura 3.2.3.3** Caudales diarios ( $m^3/s$ ) de principales ríos del centro del Perú: Santa (panel superior), Chillón (panel central) y Rímac (panel inferior), hasta los primeros días de julio de 2019. Líneas azules: caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años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



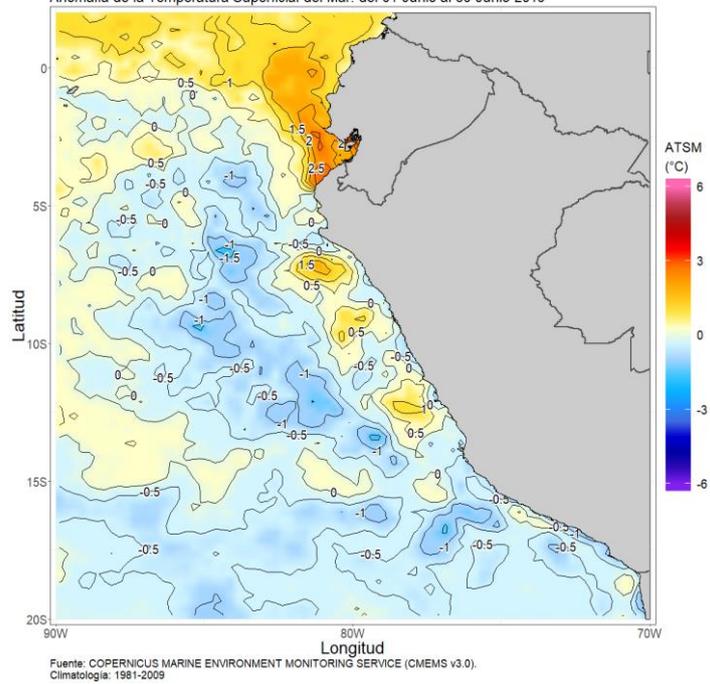
**Figura 3.2.3.4** Caudales diarios ( $m^3/s$ ) de principales ríos del sur del Perú: Camaná (panel superior) y Chili (panel inferior), hasta los primeros días de julio de 2019. Líneas azules: caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años húmedos y líneas grises: 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-Junio al 30-Junio-2019



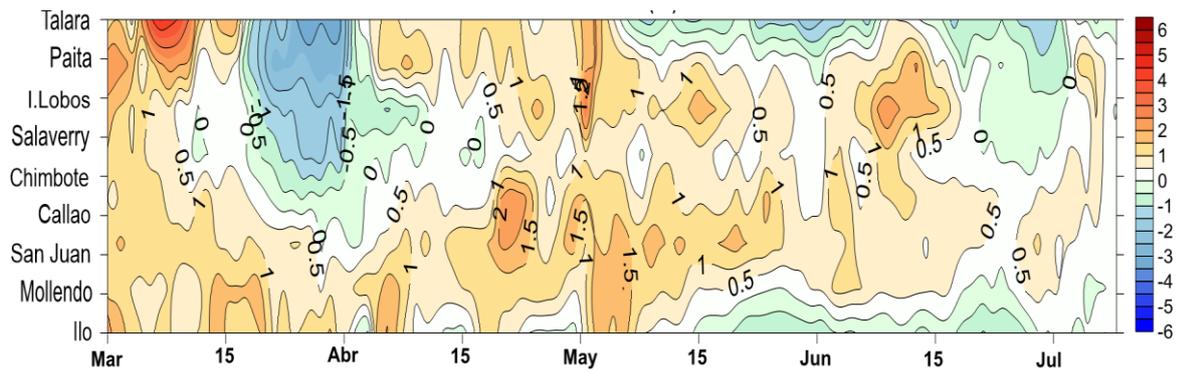
(a)

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN  
 Dpto. de Oceanografía - Div. Oceanografía  
 Anomalia de la Temperatura Superficial del Mar: del 01-Junio al 30-Junio-2019

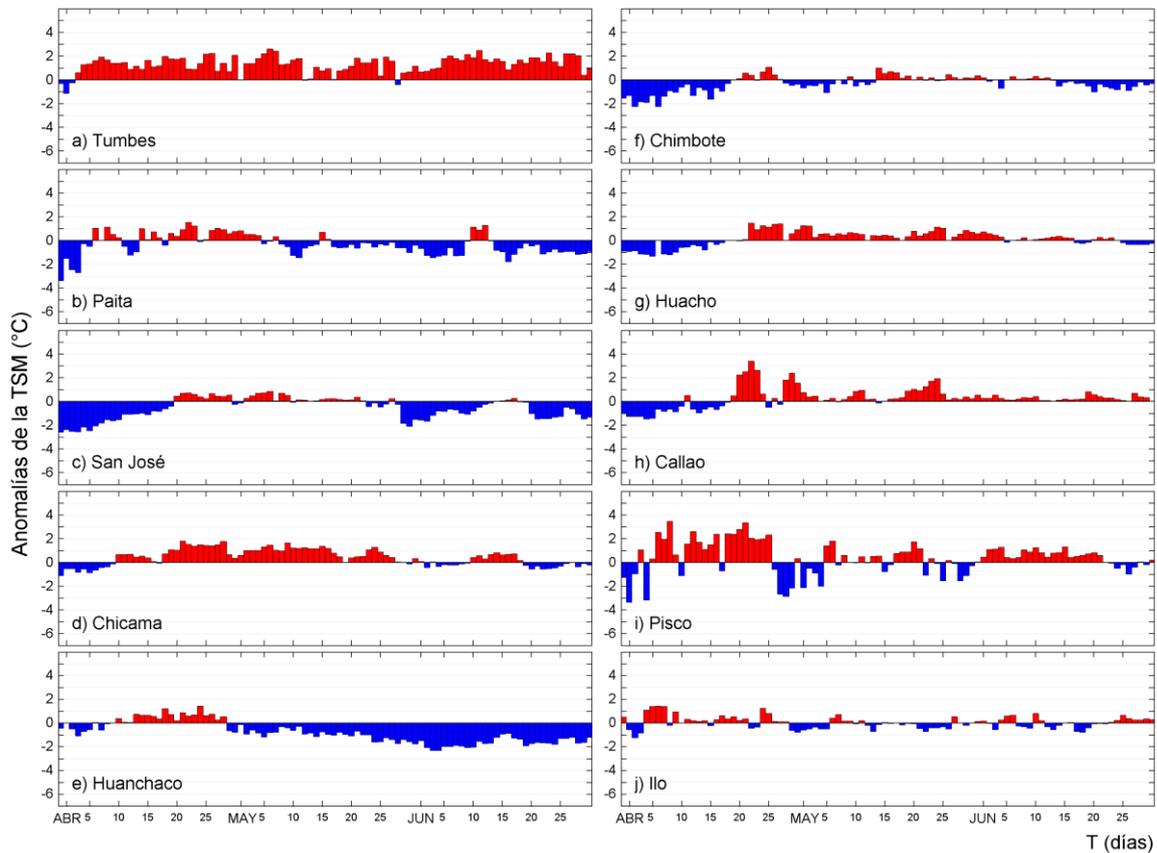


(b)

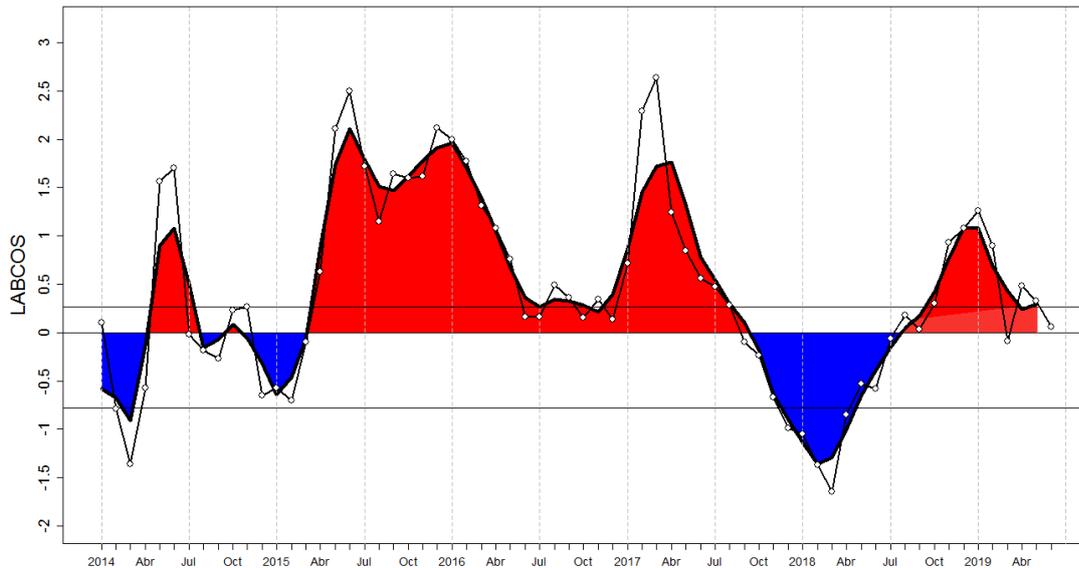
**Figura 3.2.4.1.** TSM promedio para junio de 2019(a) y su anomalía (b), frente a la costa peruana y ecuatoriana. Climatología 1981 – 2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA, Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.



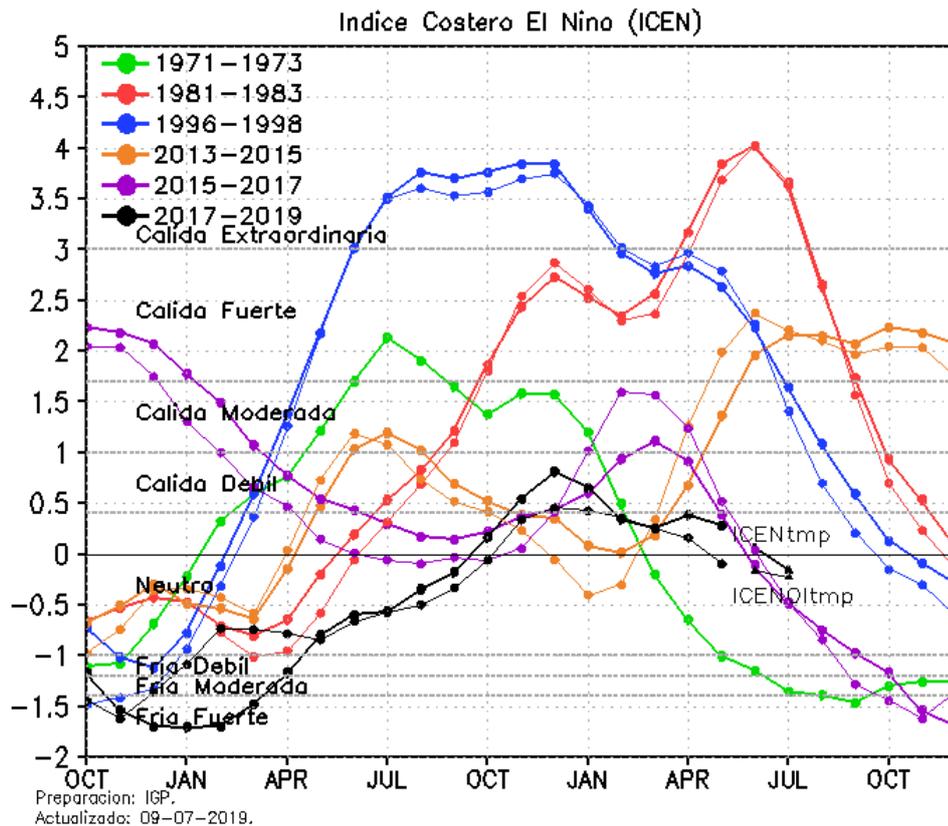
**Figura 3.2.4.2.** Diagrama Hovmöller de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el litoral de Perú. Desde marzo hasta junio de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.



**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.

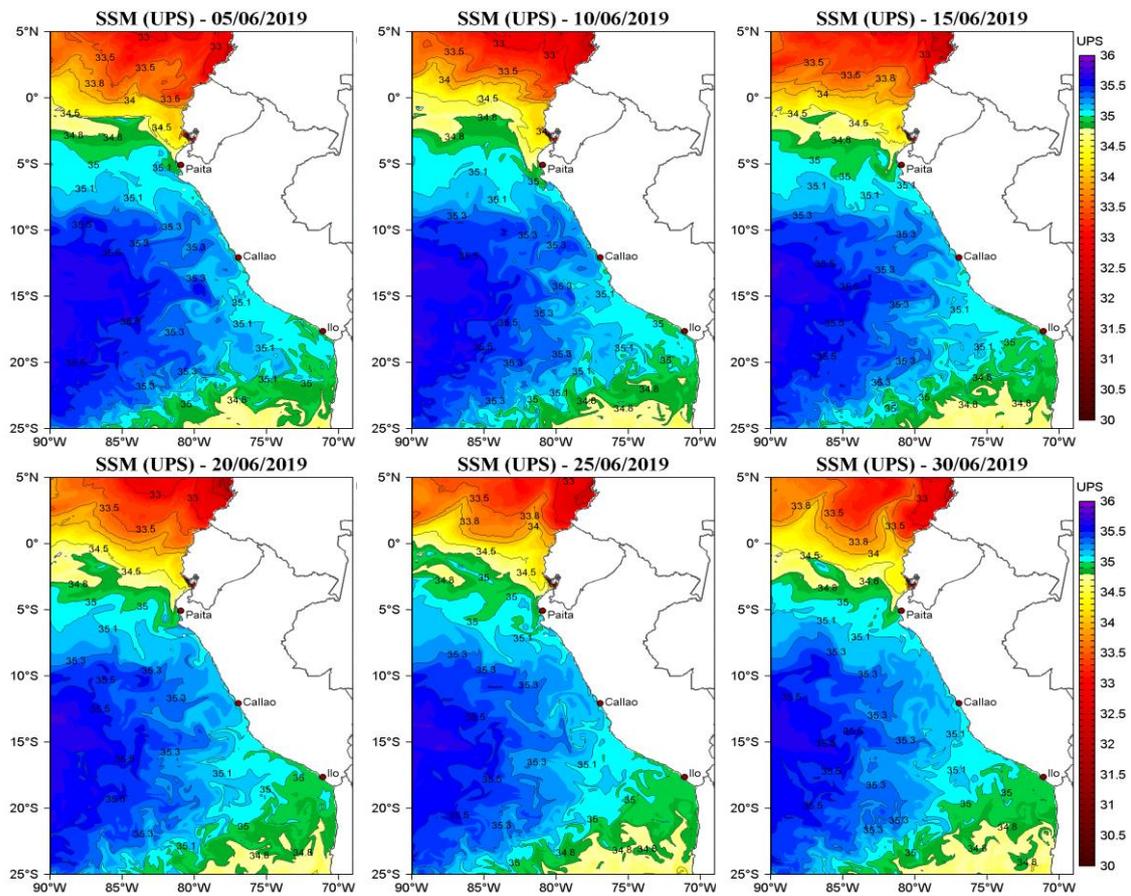


**Figura 3.2.4.4.** Índice LABCOS (área sombreada) y valor mensual (círculos); periodo enero 2014 - junio 2019. Datos: IMARPE, DHN; procesamiento: IMARPE

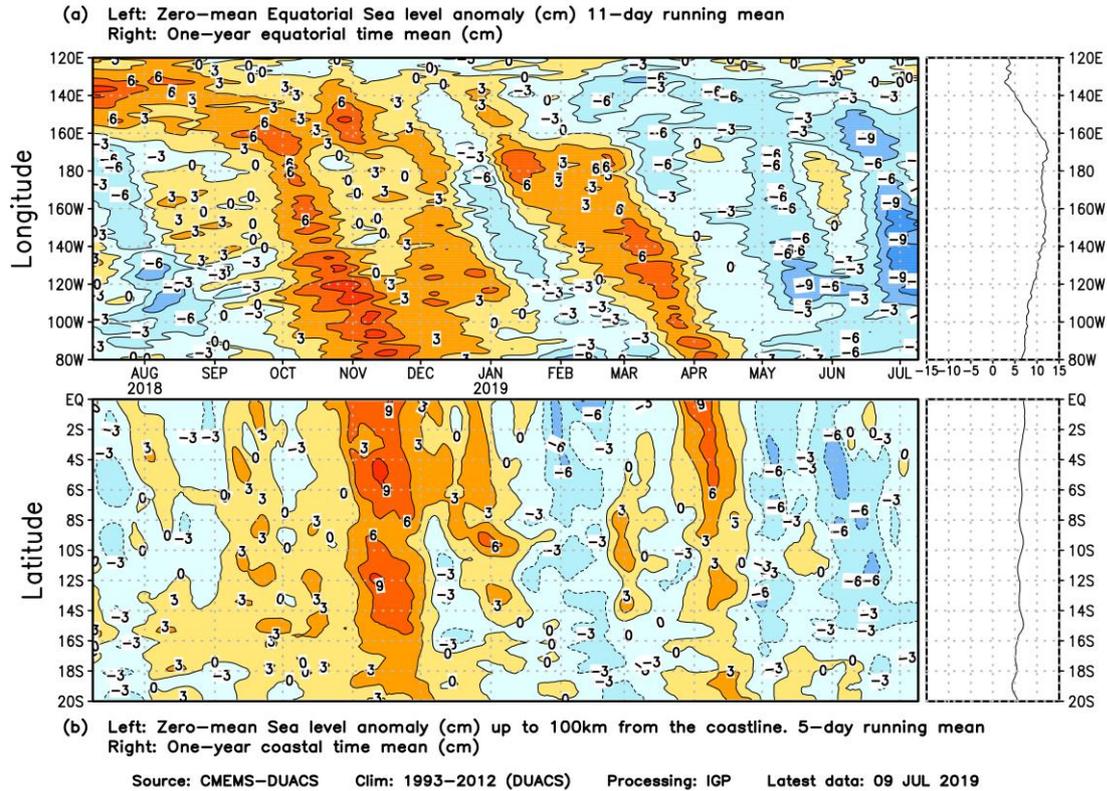


**Figura 3.2.4.5** Variabilidad temporal ICEN para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2017-2019 (negro).

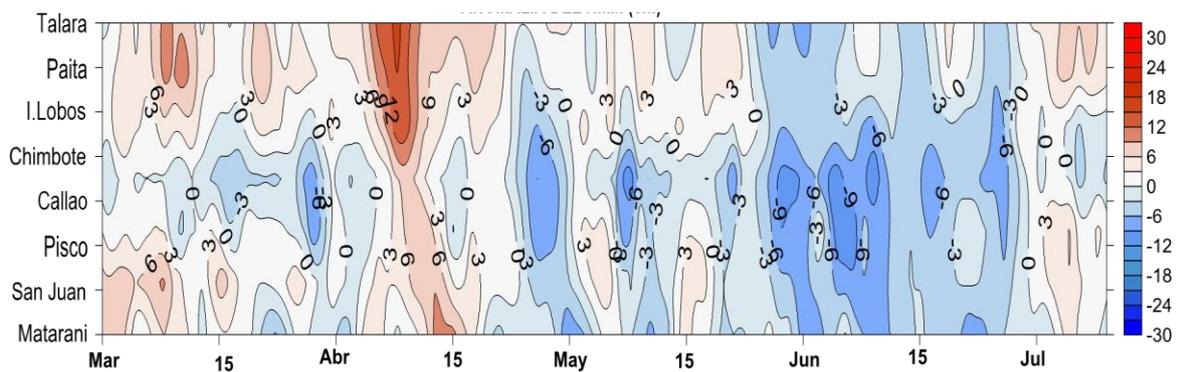
Fuente: IGP



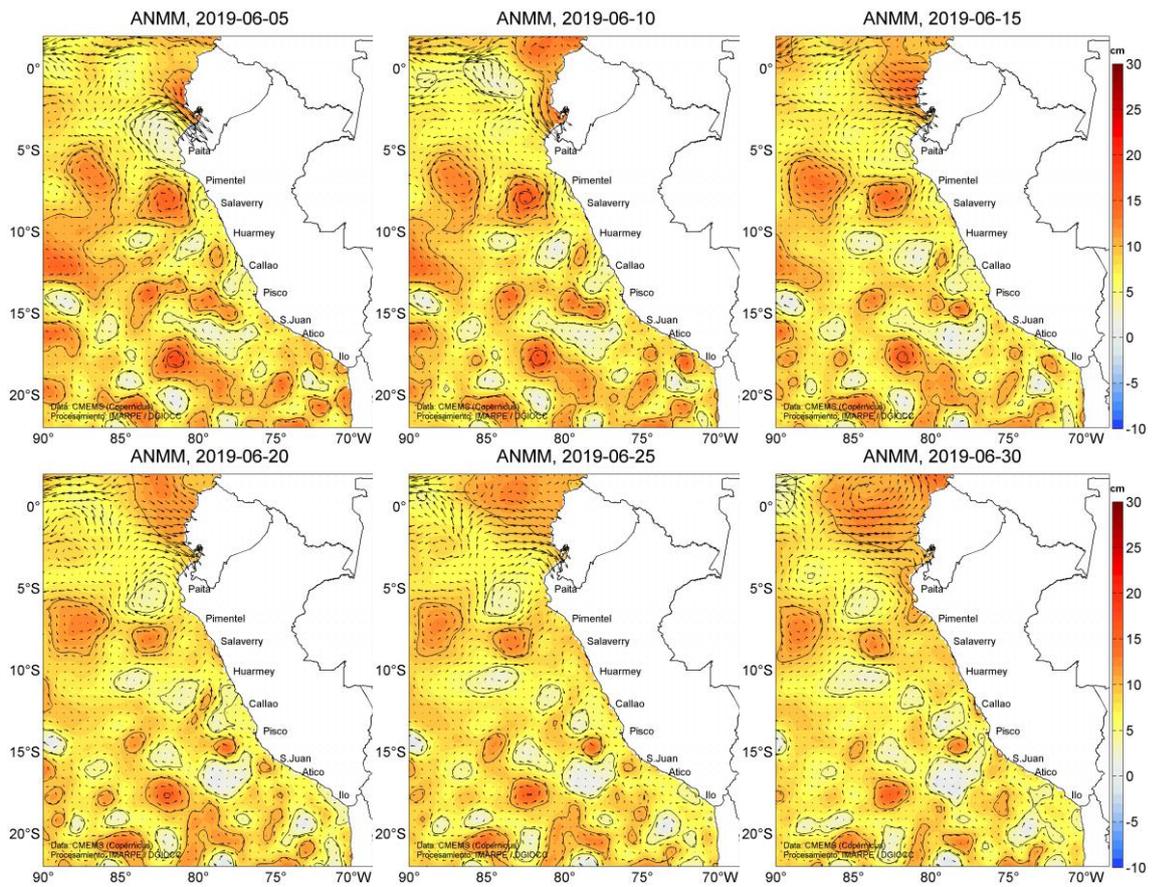
**Figura 3.2.4.6.** Distribución espacial de la salinidad superficial del mar (SSM), durante los días (de izquierda a derecha y de arriba a abajo) 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de junio de 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.



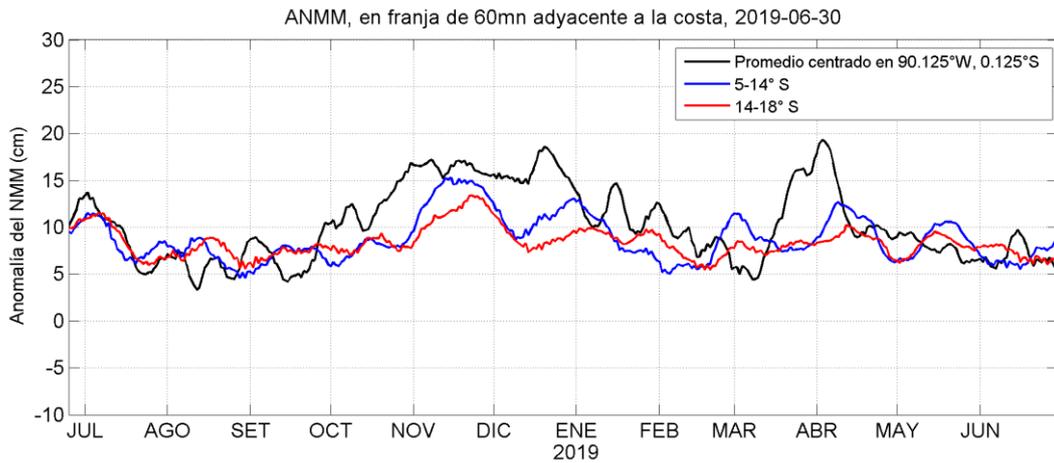
**Figura 3.2.4.7.** Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), que fueron sustraídos a las figuras de la izquierda, respectivamente. Las unidades están centímetros.



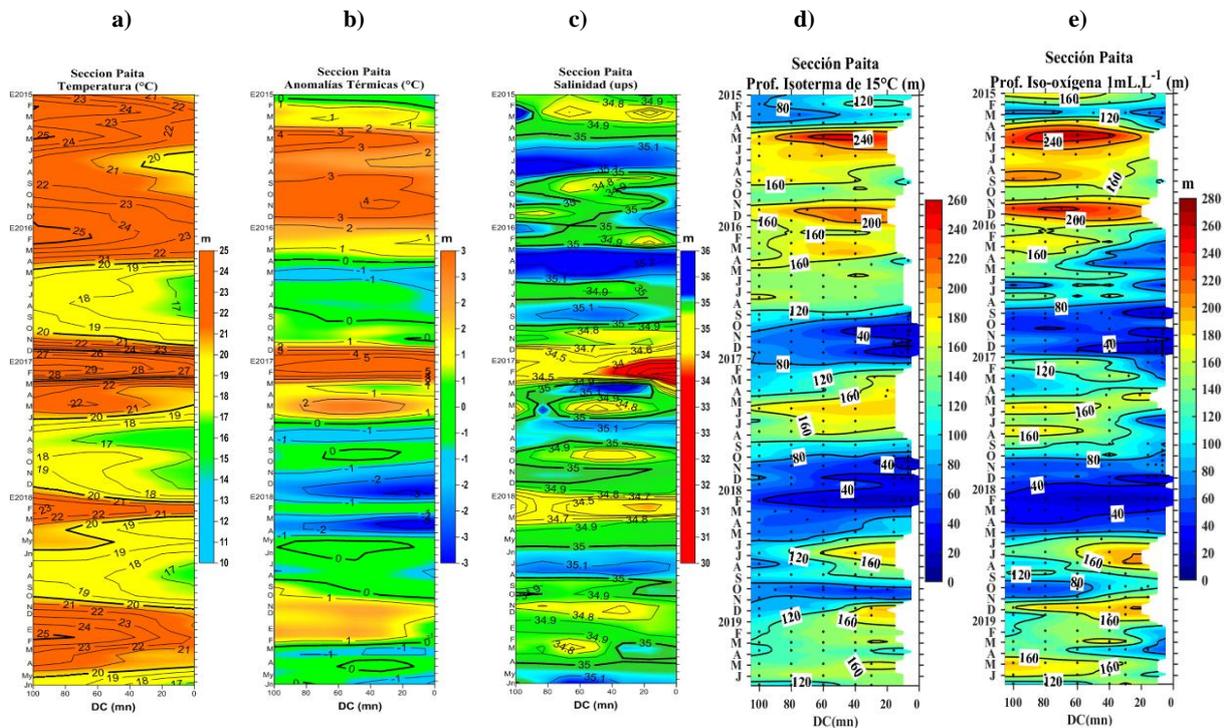
**Figura 3.2.4.8.** Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar en el litoral de Perú. De marzo a junio de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.



**Figura 3.2.4.9.** Anomalia de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para el mes de junio de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

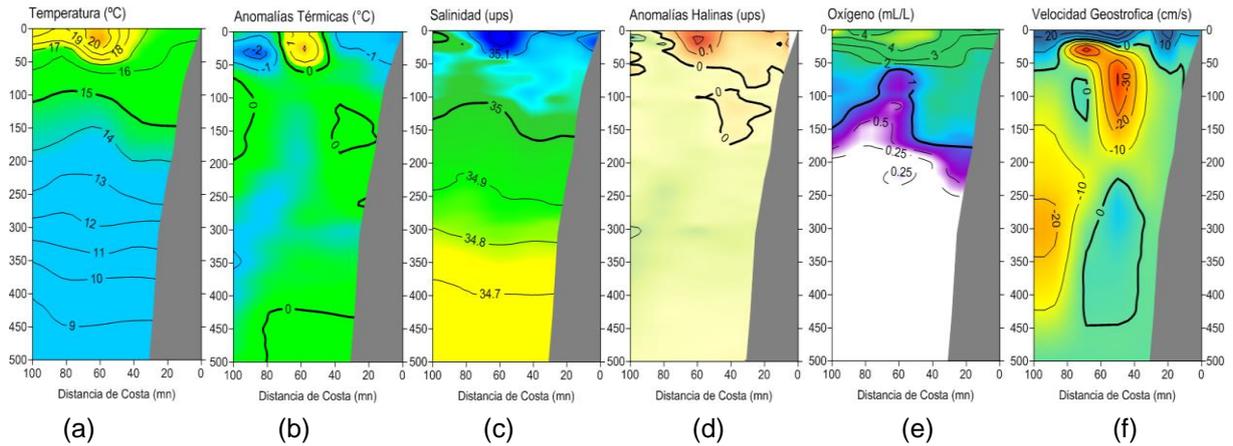


**Figura 3.2.4.10.** Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de junio del 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

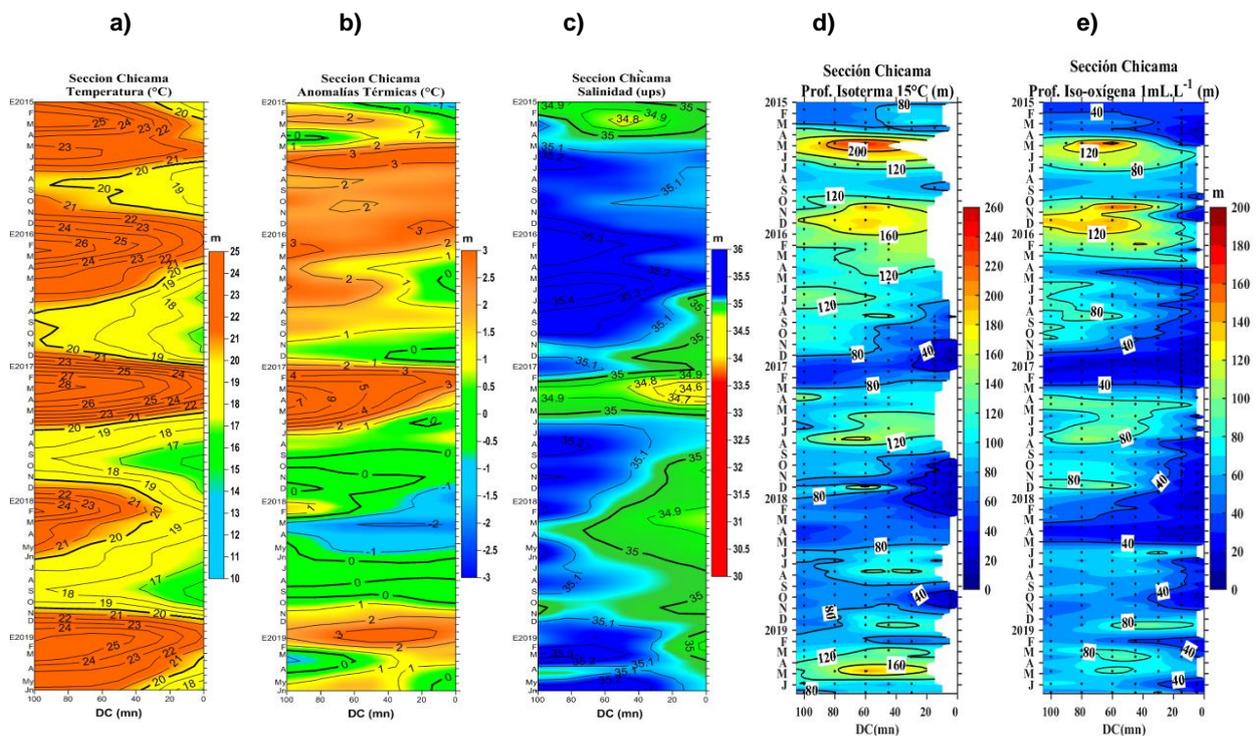


**Figura 3.2.5.1.** Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) ASSM, y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L<sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta junio del 2019

### SECCIÓN PAITA (24-25 junio del 2019)

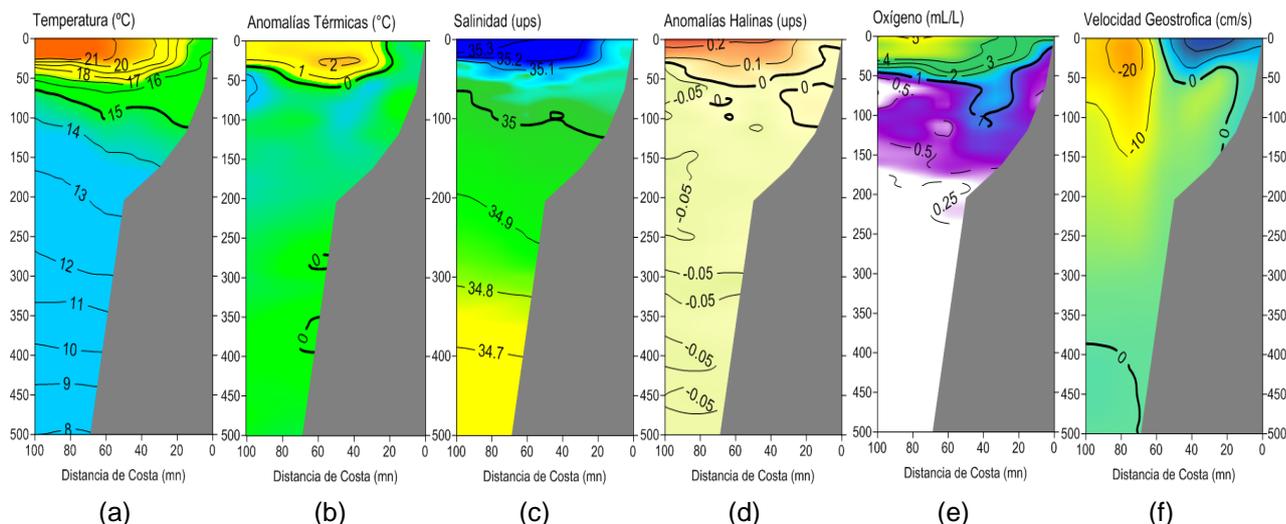


**Figura 3.2.5.2.** Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L<sup>-1</sup>) y f) velocidad geostrófica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 24 y 25 de junio de 2019. Fuente: IMARPE.

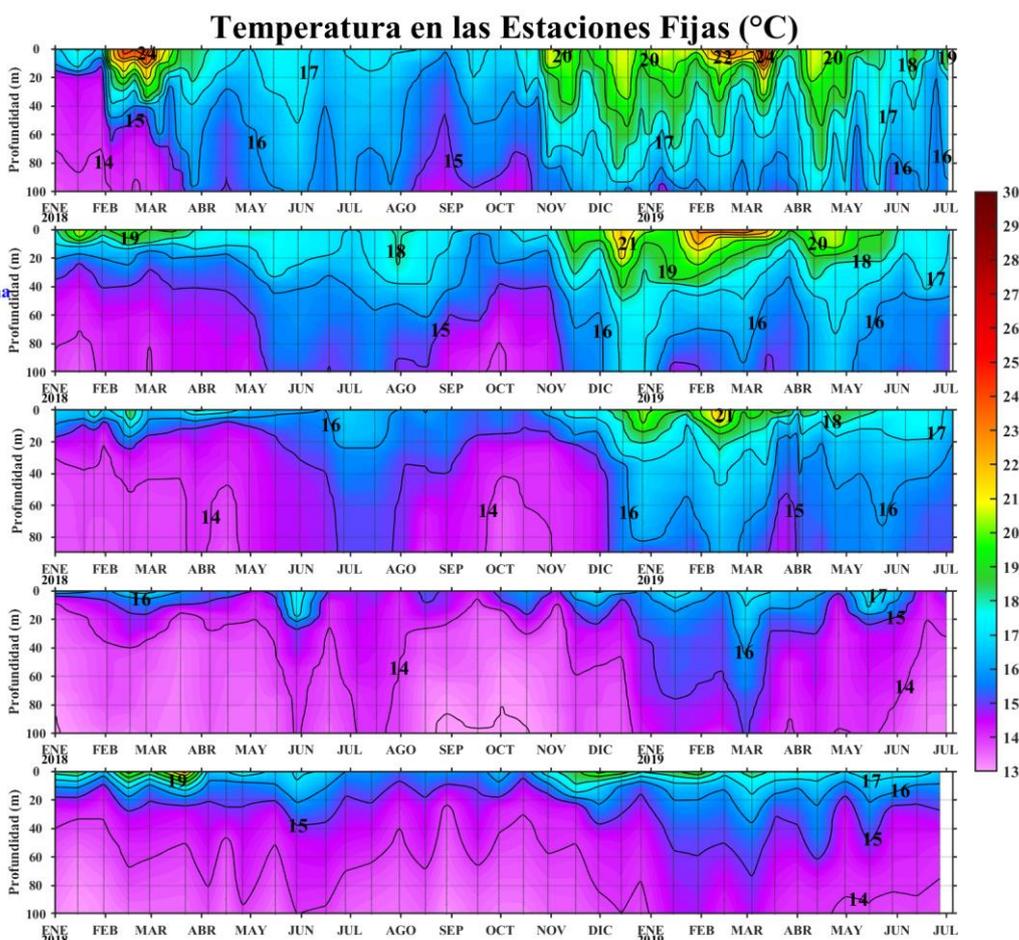


**Figura 3.2.5.3.** Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L<sup>-1</sup> (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta junio del 2019

### SECCIÓN CHICAMA (22 junio del 2019)

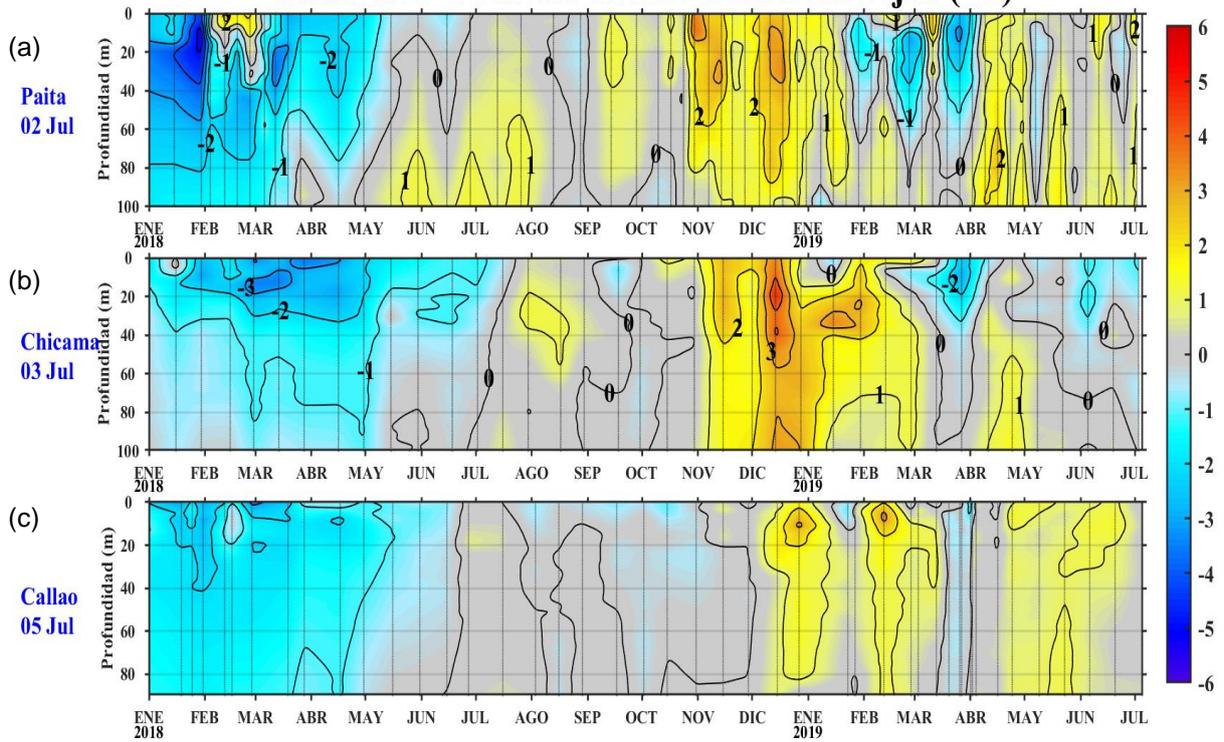


**Figura 3.2.5.4.** Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalia de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalia de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L<sup>-1</sup>) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 22 de junio de 2019. Fuente: IMARPE.

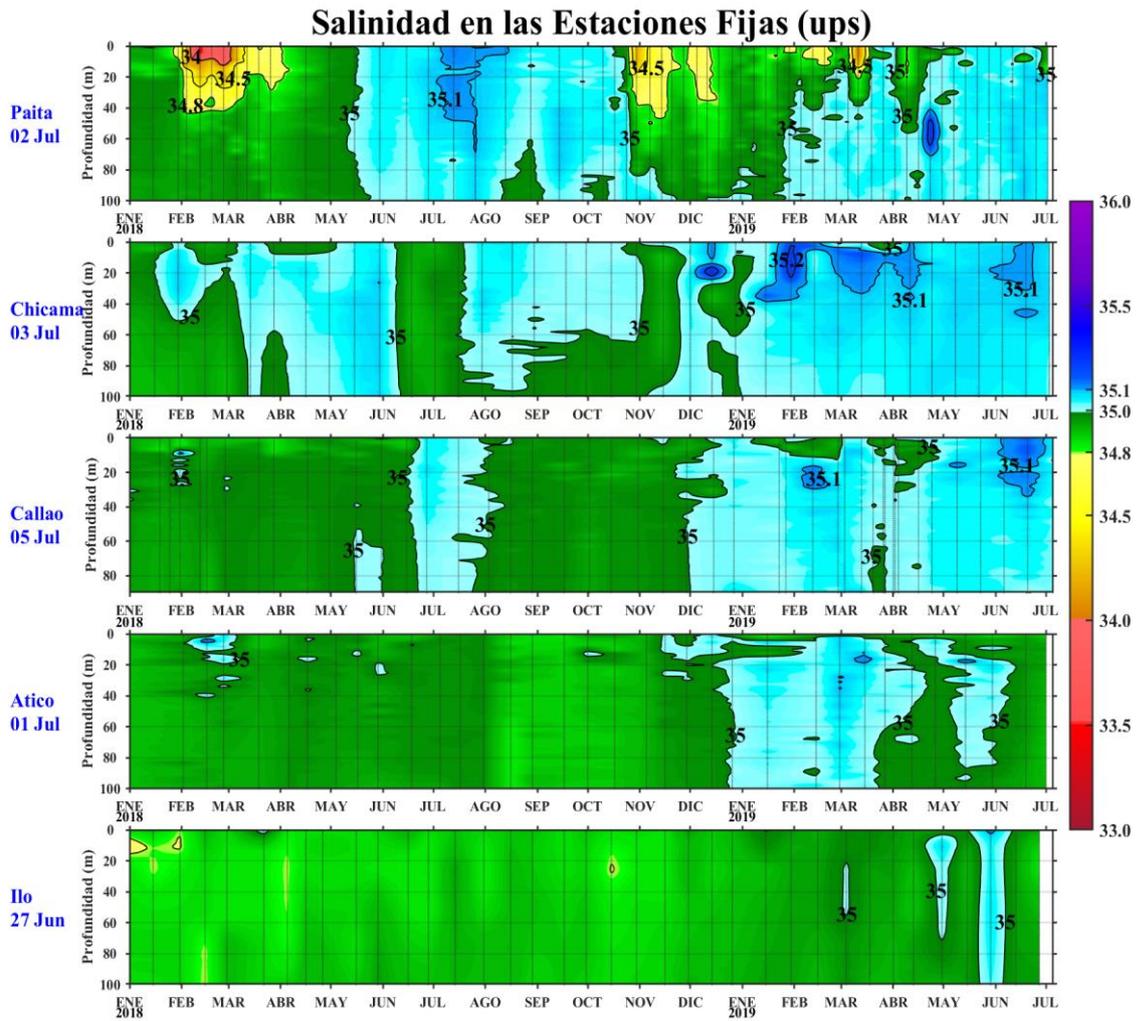


**Figura 3.2.5.5.** Series de tiempo, de enero de 2018 a junio-julio de 2019, de la estructura térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

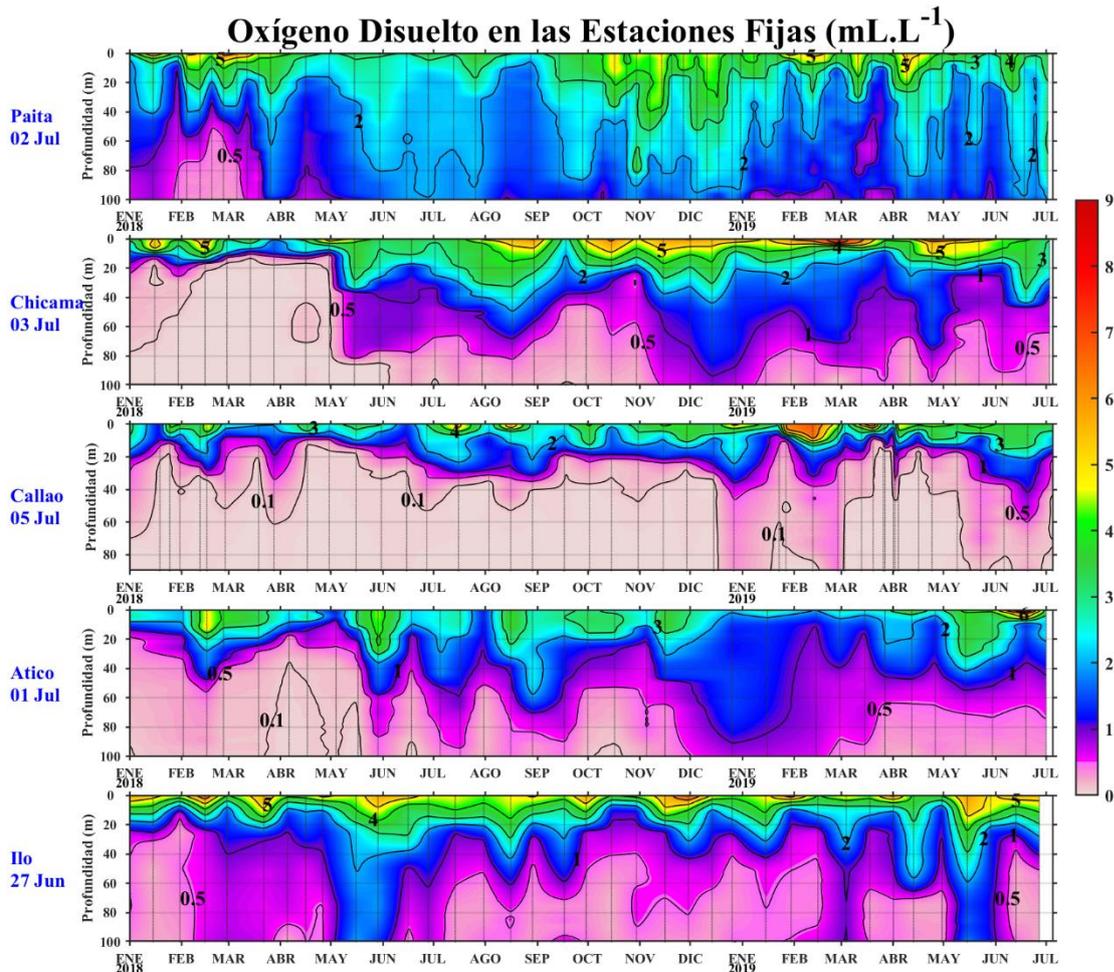
### Anomalia Térmica en las Estaciones Fijas (°C)



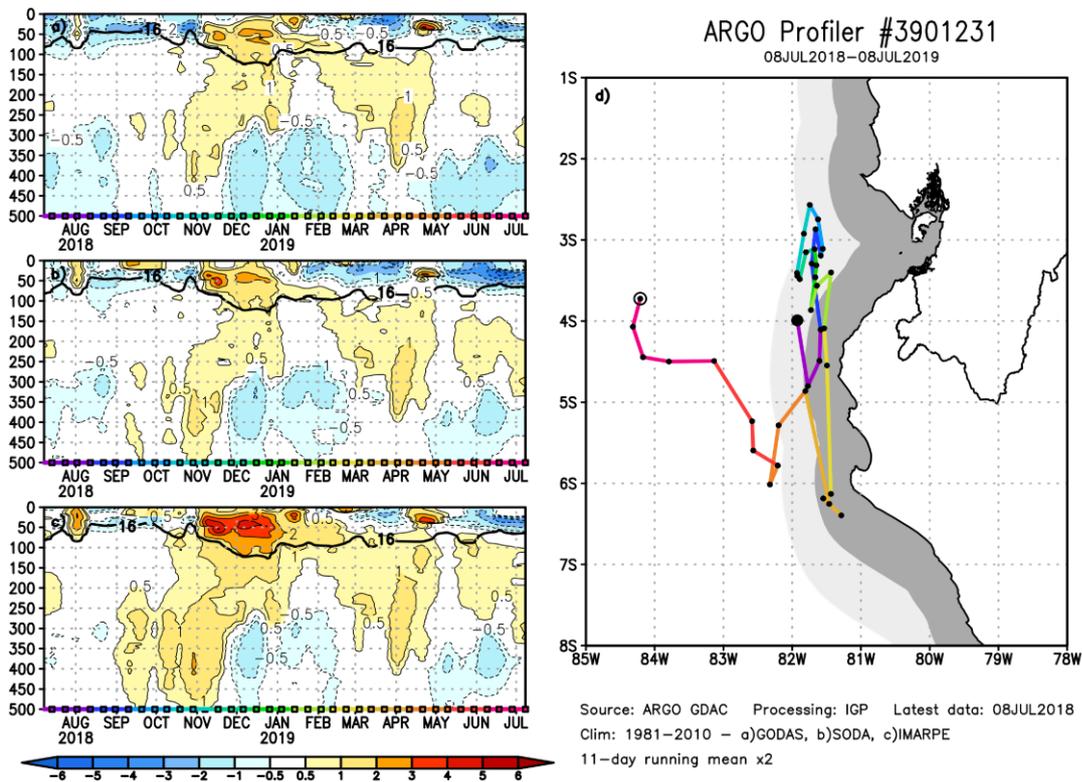
**Figura 3.2.5.6.** Series de tiempo, de enero de 2018 a junio-julio de 2019, de la anomalía térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama y Callao.



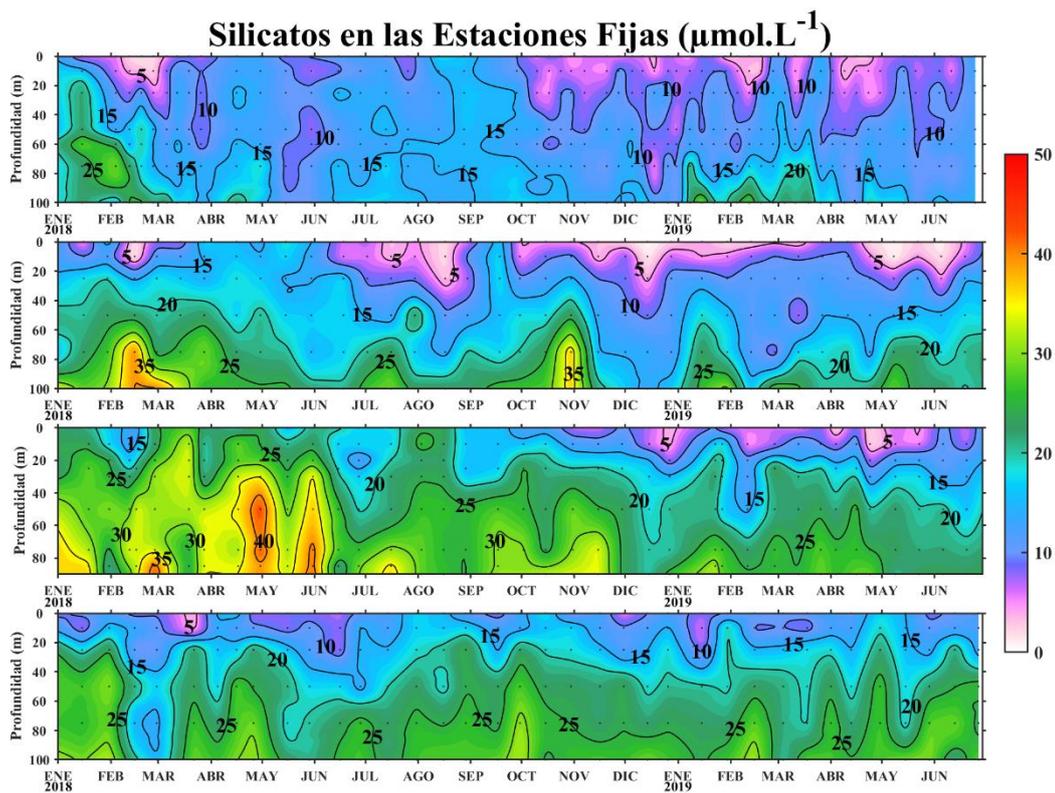
**Figura 3.2.5.7.** Series de tiempo, de enero de 2018 a junio-julio de 2019, de la salinidad del agua de mar (ups) en las Estaciones Fijas de Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo.



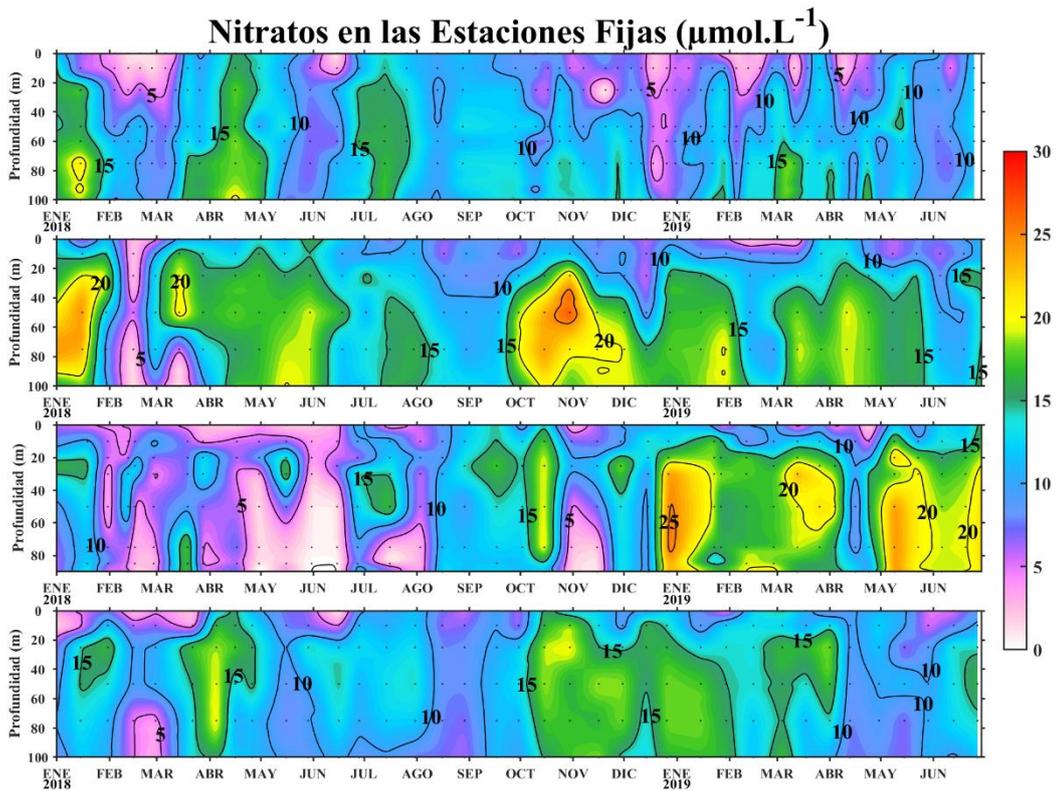
**Figura 3.2.5.8.** Series de tiempo, de enero de 2018 a junio-julio de 2019, de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L<sup>-1</sup>) en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.



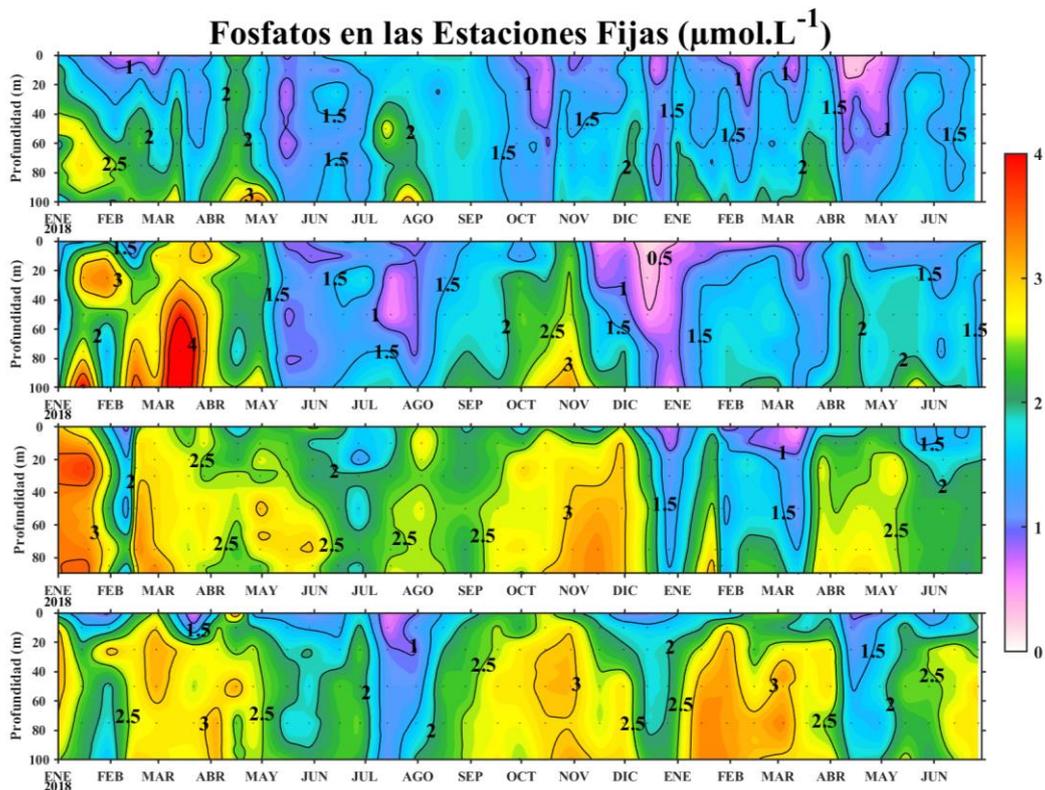
**Figura 3.2.5.9.** (Izquierda) Perfiles verticales de anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. (Derecha) Trayectoria 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.



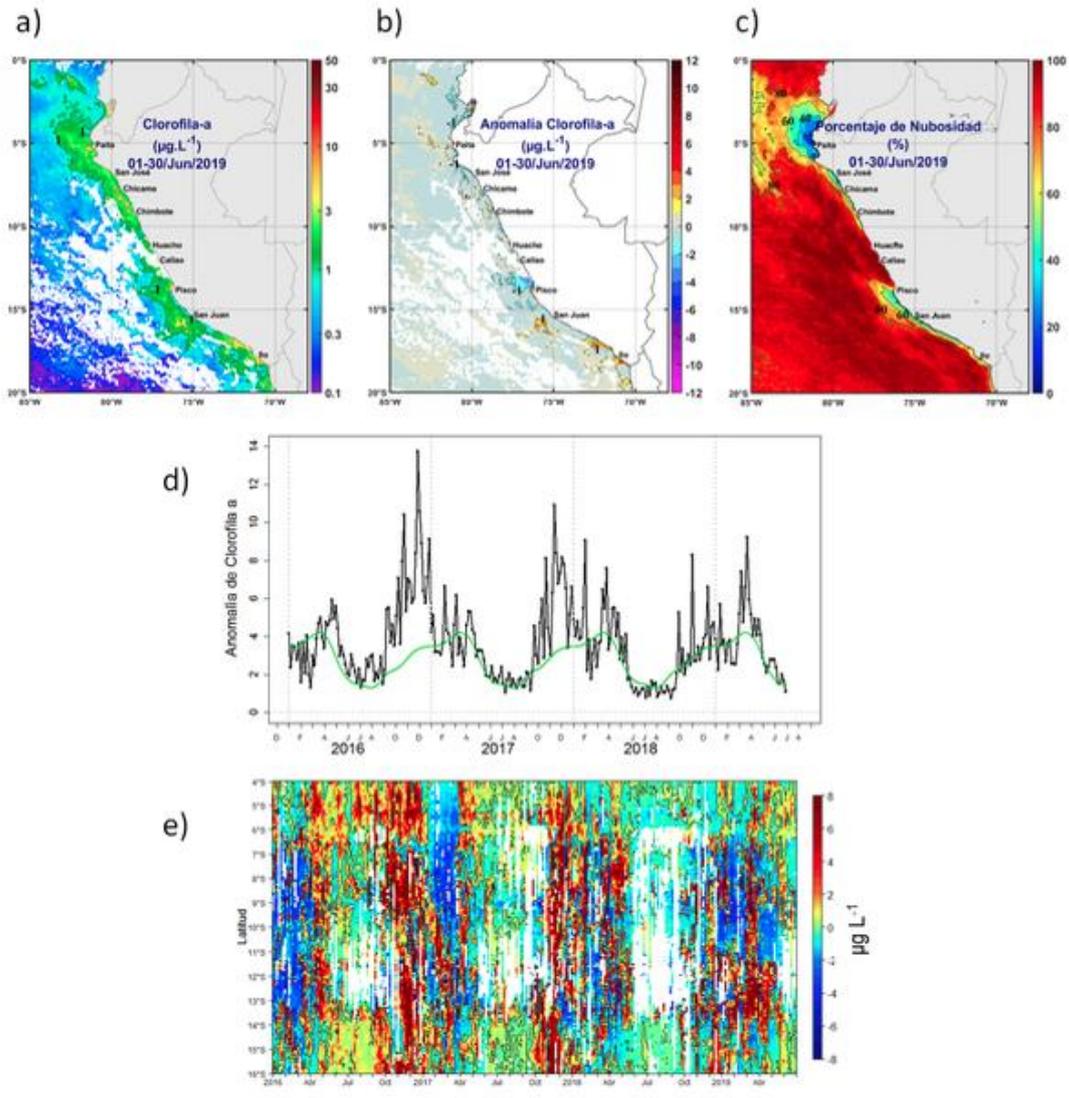
**Figura 3.2.6.1.** Concentración de silicatos en  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en las Estaciones Fijas de arriba a abajo, Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a junio 2019.



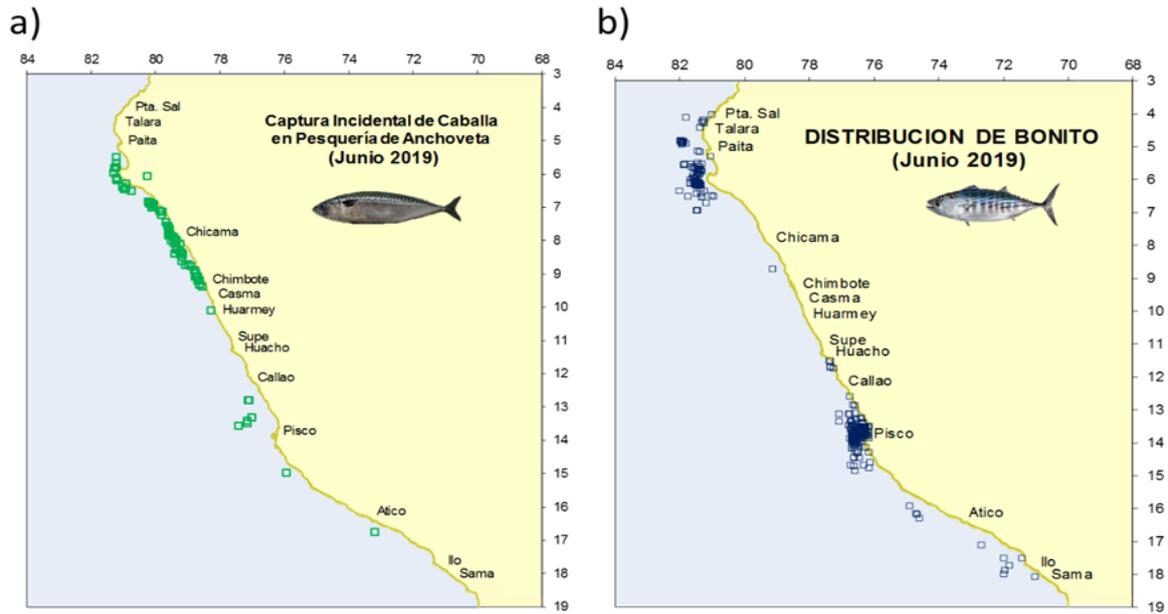
**Figura 3.2.6.2.** Concentración de nitratos en  $\mu\text{mol L}^{-1}$  en las Estaciones Fijas, de arriba a abajo, Paíta, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a junio 2019.



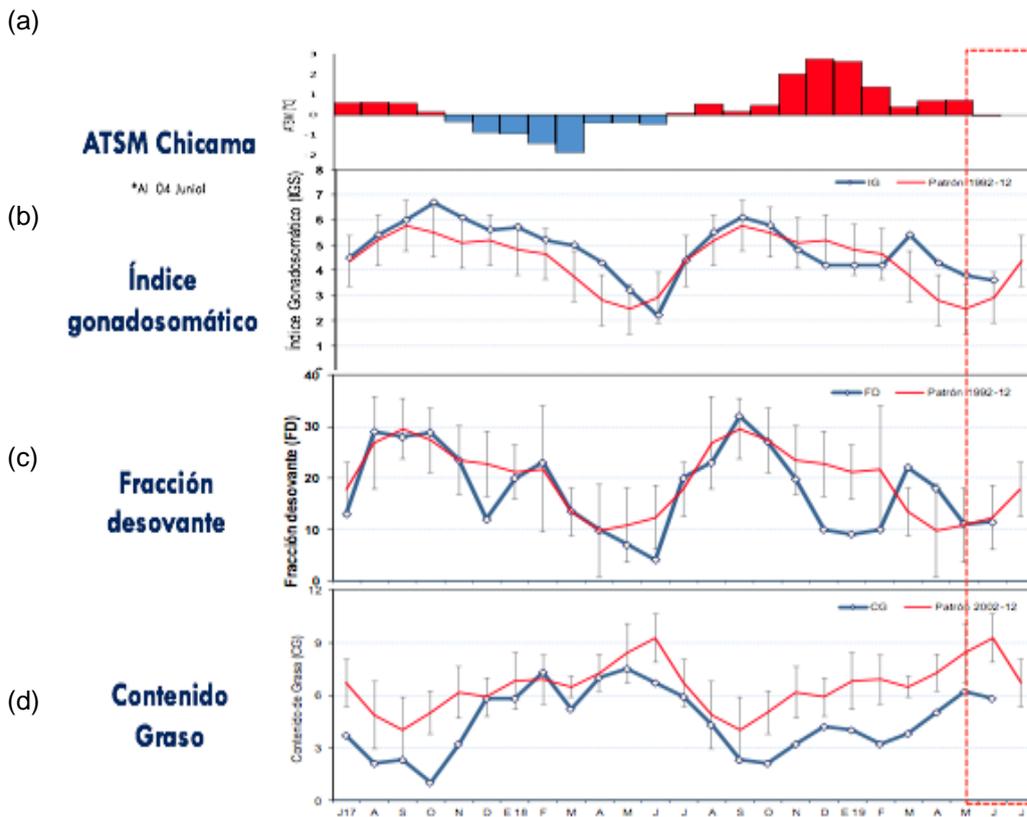
**Figura 3.2.6.3.** Concentración de fosfatos en  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en las Estaciones Fijas, de arriba a abajo, Paita, Chicama, Callao e Ilo de IMARPE entre enero 2018 a junio 2019.



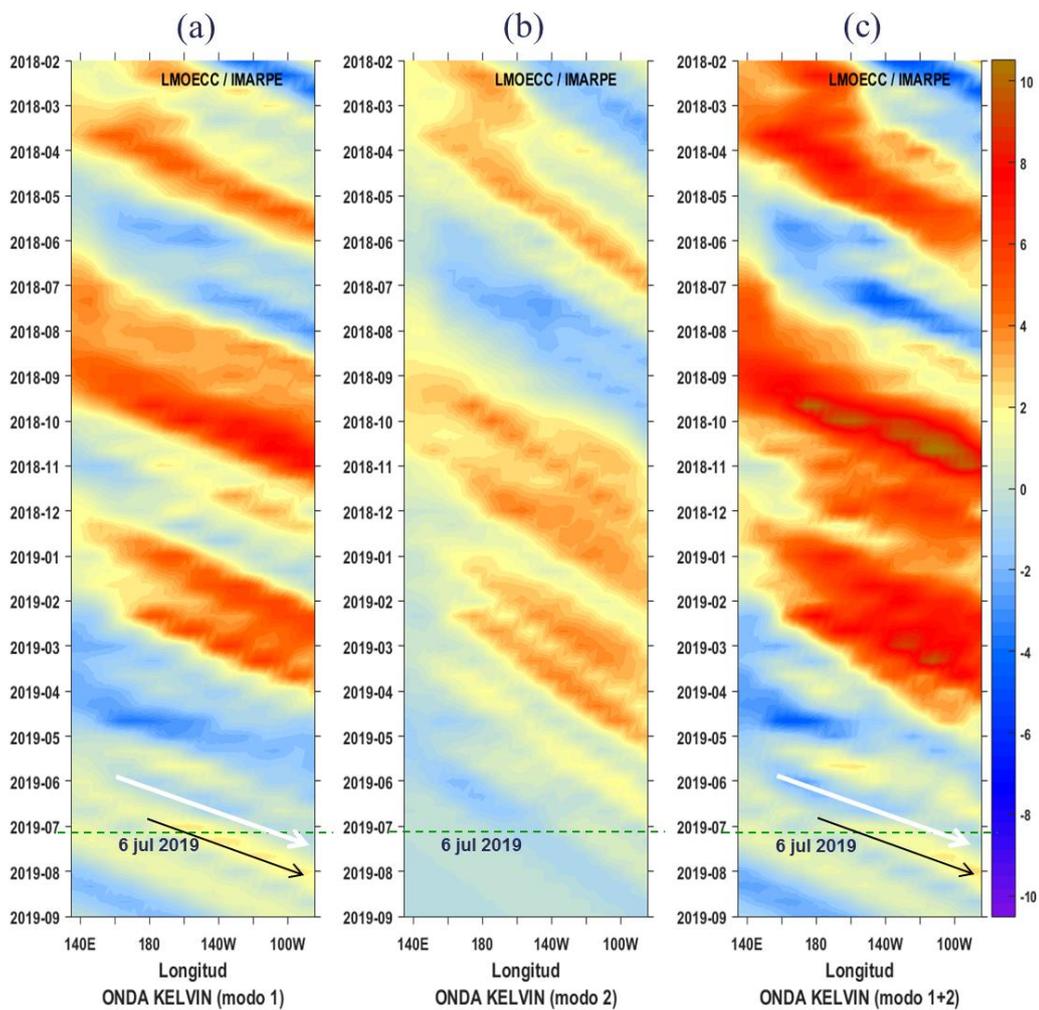
**Figura 3.2.6.4.** Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de la clorofila-a obtenida del satélite MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante junio de 2019. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4 °S-16 °S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital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



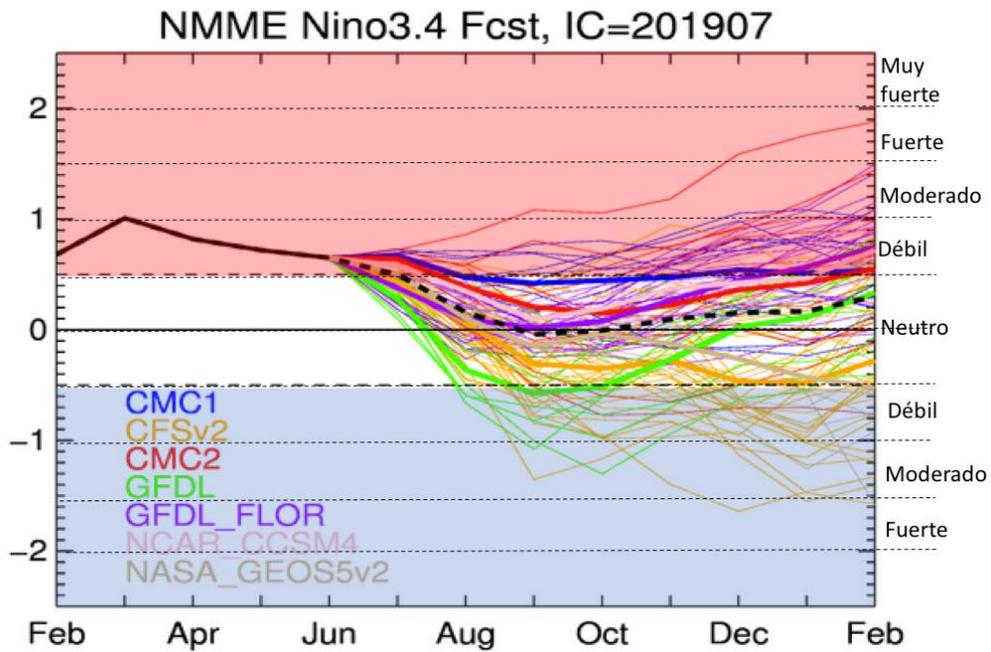
**Figura 3.2.7.2.** (a) Distribución espacial de la captura incidental del recurso caballa y (b) el recurso caballa bonito para el mes de junio. Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.



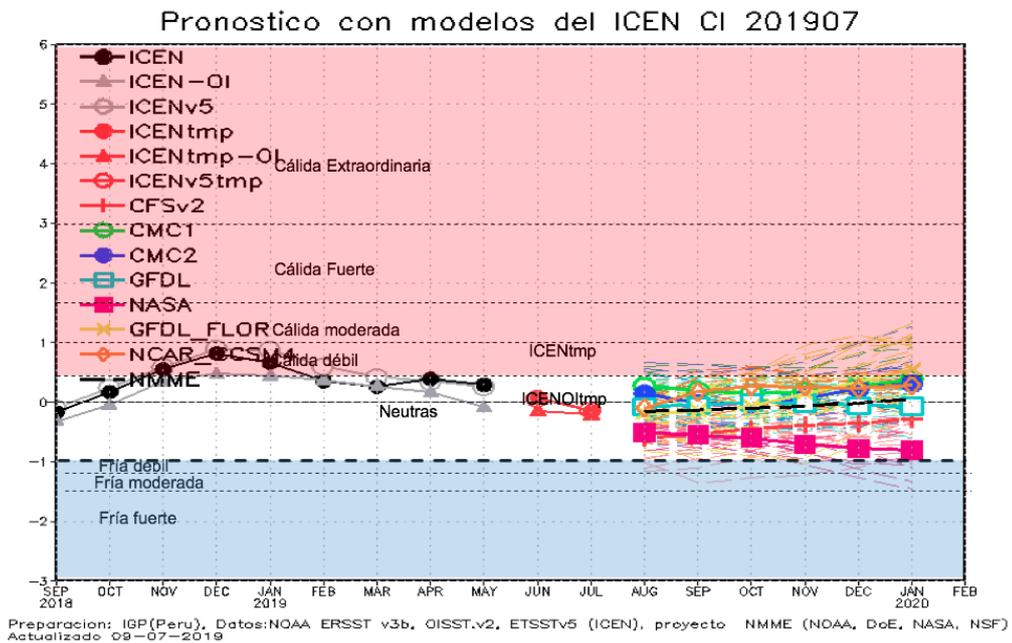
**Figura 3.2.7.3** a) Anomalia de la TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ) en Chicama. Indicadores reproductivos: b) Índice Gonadosomático (IGS), c) Fracción Desovante (FD) y d) contenido graso del stock norte – centro del recurso anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – junio 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.



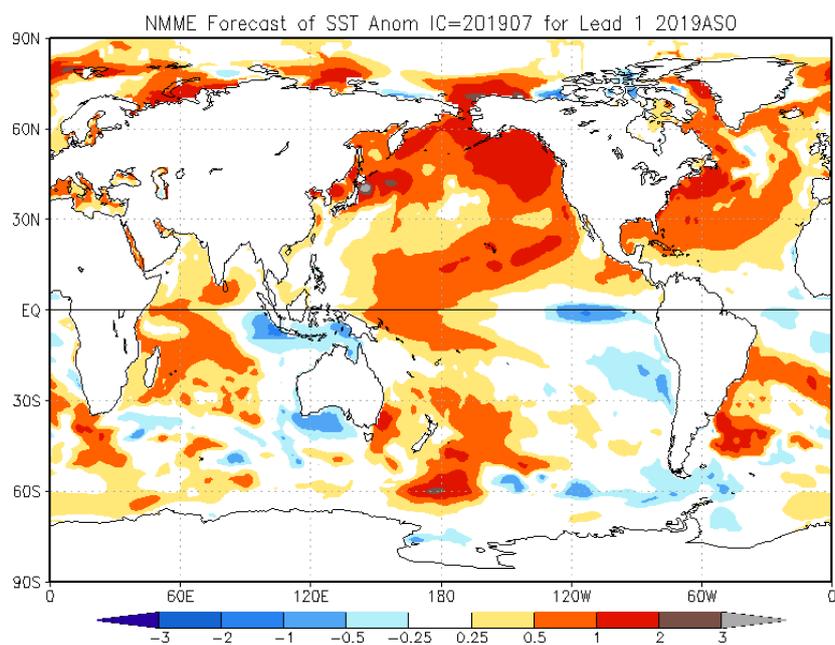
**Figura 4.2.1.** Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de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



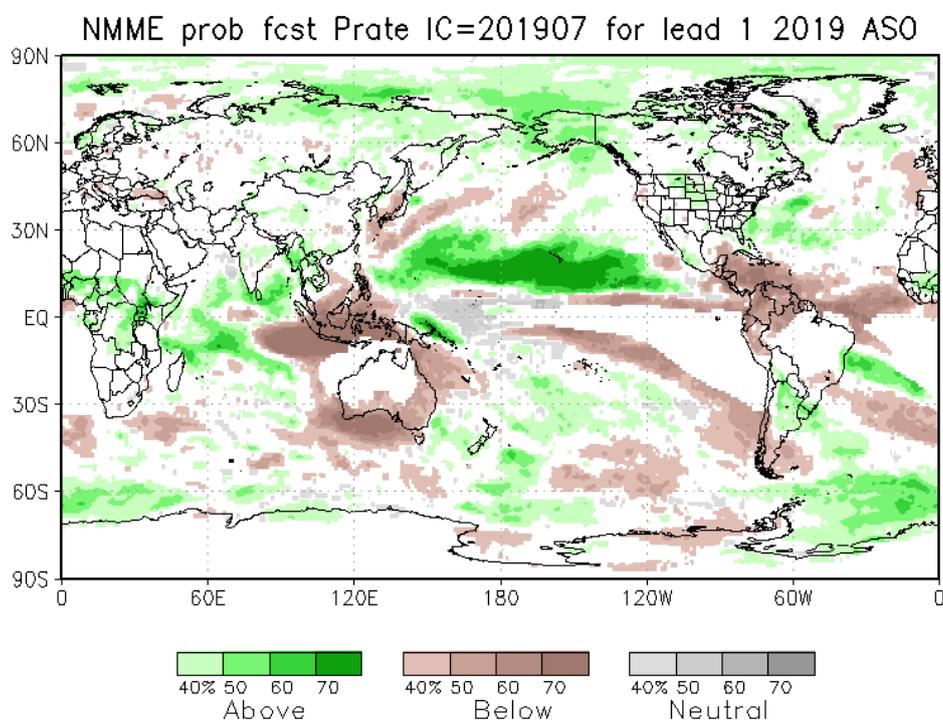
**Figura 4.2.2.** Índice Niño 3.4 mensual observado (línea negra continua) y pronosticado por los modelos de NMME. Los pronósticos de los modelos numéricos son indicados con líneas de distinto color mientras que el promedio de estos se grafica con una línea negra entrecortada. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.



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

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

Valores del Índice Costero El Niño							ONI	
Mes	ICEN v3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICEN v5	Categoría	ONI	Categoría
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
05/2019	0.28	Neutro	-0.09	Neutro	0.25	Neutro	0.66	C. Débil
Mes	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
06/2019	0.06	Neutro	-0.16	Neutro	0.05	Neutro	0.61	C. Débil
07/2019	-0.16	Neutro	-0.22	Neutro	-0.14	Neutro	0.44	Neutro

**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 marzo a junio de 2019. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	ATSM 2019				ANMM 2019			
	Mar	Abr	May	Jun	Mar	Abr	May	Jun
Talara	0.2	0.8	-0.8	-0.6	4	7	0	-1
Paita	-0.3	0.9	0.6	0.3	5	5	0	-2
Isla Lobos de Afuera	0.5	0.3	1.0	0.8	4	4	3	0
Salaverry	0.1	0.1			-	-	-	-
Chimbote	-0.2	0.2	0.0	0.2	-2	0	-4	-5
Callao	1.0	1.1	1.5	1.1	-3	-2	-4	-5
San Juan	1.0	1.1	1.2	0.4	4	-	-	-
Mollendo	1.1	1.2	0.7	0.5	1	1	-2	-4
Ilo	1.3	0.3	-0.3	-0.5	-	-	-	-

**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).

	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		0.43	0.10	-0.17	-0.35	-0.41	-0.42	-0.37
CMC1		0.60	0.52	0.45	0.45	0.50	0.52	0.55
CMC2		0.56	0.40	0.23	0.18	0.24	0.34	0.46
GFDL		0.18	-0.24	-0.51	-0.47	-0.26	-0.04	0.16
NASA		0.43	0.15	-0.03	-0.11	-0.14	-0.28	-0.42
GFDL_FLOR		0.39	0.18	0.08	0.14	0.28	0.44	0.60
NCAR_CCSM4		0.54	0.34	0.21	0.22	0.34	0.43	0.54
NMME		0.45	0.21	0.04	0.01	0.08	0.14	0.22
ONItmp	0.61							

**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	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		-0.47	-0.60	-0.53	-0.45	-0.39	-0.36	-0.28
CMC1		0.17	0.27	0.19	0.15	0.18	0.27	0.38
CMC2		-0.1	0.14	-0.02	-0.02	0.06	0.23	0.31
GFDL		-0.09	-0.07	-0.06	0.00	-0.02	-0.06	-0.07
NASA		-0.39	-0.51	-0.55	-0.60	-0.70	-0.78	-0.81
GFDL_FLOR		-0.17	-0.19	-0.15	-0.07	0.15	0.35	0.54
NCAR_CCSM4		-0.24	-0.10	0.18	0.27	0.26	0.23	0.28
NMME		-0.18	-0.15	-0.13	-0.10	-0.07	-0.02	0.05
ICENtmp	0.06							