

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 5 N° 11

NOVIEMBRE de 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. Abelardo Amador De la Torre Villanueva

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada EP Jorge Chávez Cresta

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Valm. (r) Wladimiro Giovannini Y Freire

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

Grupo de Trabajo Científico Técnico

Coordinador Científico Técnico: Dr. Kobi Mosquera Vásquez.

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

DHN: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Fernando Allasi.

SENAMHI: Grinia Ávalos, Nelson Quispe y Christian Febre.

IGP: Yamina Silva y Jorge Reupo

ANA: Litzia Cisneros y Jairo Chunga.

INDECI: Jakie Rojas.

CENEPRED: Ena Jaimes.

Año: 4

Redacción del informe: Grupo de Trabajo Científico Técnico ENFEN

Edición y Producción: Luis Pizarro (Secretaría Técnica ENFEN)

Diseño de carátula: IMARPE

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

Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) 2019.

Informe Técnico ENFEN. Año 5, N° 11, noviembre de 2019, 73 p.

El Informe Técnico ENFEN de noviembre 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.

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



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



DIHIDRONAV
MARINA DE GUERRA DEL PERÚ



Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA
E HIDROLOGIA DEL PERU



INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL



ANA
Autoridad Nacional del Agua



CENEPRED
Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reacción al Riesgo de Desastres

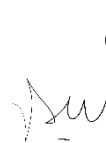
PRESENTACIÓN

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.



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), b) Índice de Oscilación del Sur Ecuatorial (IOS-Eq). Ambas series de tiempo son medias móviles de tres meses obtenidas del re-analysis CDAS.	31
3.1.1.2.	a) Pronóstico a mediano plazo para OLR del modelo CFS. Los contornos indican actividad de ondas atmosféricas b) Anomalías decadalarias de OLR para el mes de noviembre 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 noviembre de 2019, en el Pacífico central-oriental en: a) 170°E-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 noviembre del 2019: a) Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (m/gp, 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/g, 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.	34
3.1.1.5.	Configuración atmosférica en niveles bajos (1000 - 850 hPa) para el mes de noviembre del 2019: a) Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (m/gp, 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.	35
3.1.1.6.	Secciones verticales de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) de este a oeste para el mes de noviembre 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 la TSM para noviembre de 2019. Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN. b) Series de tiempo de la anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, desde diciembre del 2018 hasta noviembre del 2019. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA.	38
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 distintos periodos en los que se desarrolló El Niño. 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 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de noviembre 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 mayo hasta noviembre de 2019, tanto para su valor total (a) como para su anomalía (b). Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.	40
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	41
3.1.2.4	Campos de anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical, de arriba a abajo, el 04, 14, 19, 24 y 29 de noviembre de 2019. . Fuente: GODAS; Climatología 1981–2010.	42
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.	43
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 calculados con los 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 (e), 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.	44

3.2.1.1.	Análisis de superficie para el mes de noviembre de 2019. Arriba: Promedio del campo de presión reducida a nivel del mar (PRMSL, hPa) y vientos entre 1000 - 975 hPa (contornos rojos >8 m/s), vectores gruesos representan velocidad estandarizadas, ($\sigma > 1$). Abajo: Anomalías del campo de viento (m/s) y PRMSL (hPa, contornos), las matices en colores representan valores estandarizados de la PRMSL cada $\pm 1 \sigma$, vectores gruesos indican velocidades anómalas del viento total, $\sigma > 1$. Fuente: SPC/SENAMHI.	45
3.2.1.2	Mapas de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de noviembre de 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS (ASCAT disponible hasta el 03 de marzo de 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 30/11/2019.	46
3.2.1.3	Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de noviembre del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 30/11/2019	47
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 01/12/2019.	48
3.2.1.5.	Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 01/12/2019.	48
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 01/12/2019.	48
3.2.2.1.	Anomalías de las temperaturas extremas del aire Tmax (a) y Tmin (b) para estaciones costeras a lo largo del litoral del Perú distribuidas desde el norte hacia el sur. Fuente: SPC/SENAMHI	49
3.2.3.1	Mapa de anomalías térmicas y pluviométricas a nivel nacional para el mes de noviembre de 2019. Las anomalías porcentuales de la precipitación, temperatura máxima, y temperatura mínima se muestran en el panel izquierdo, central y la derecho, respectivamente. Fuente: SPC/SENAMHI.	49
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 diciembre 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	50
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 diciembre 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	51
3.2.3.4	Caudales diarios (m^3/s) de principales ríos del sur del Perú: Camaná (panel superior) y Sama (panel inferior), hasta los primeros días de diciembre 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	52
3.2.4.1.	(a) TSM promedio para noviembre de 2019 y (b) anomalía, frente a la costa peruana y ecuatoriana. Climatología 1981 – 2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA, Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.	53
3.2.4.2.	Diagrama Hovmöller de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el litoral de Perú. Desde julio hasta los primeros días de diciembre de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.	54
3.2.4.3.	Serie diarias de las anomalías de la TSM ($^{\circ}C$) en la red de estaciones costeras del IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.	54
3.2.4.4	Variabilidad temporal del 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.	55
3.2.4.5	Distribución espacial de la salinidad superficial del mar (SSM), durante los días (de izquierda a derecha y de arriba a abajo) 06, 11, 16, 21, 26 del mes de noviembre y el 01, 06 y 08 de diciembre de 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.	56

3.2.4.6	Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), que fueron sustraídos a las figuras de la izquierda, respectivamente. Las unidades están centímetros.	57
3.2.4.7	Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar en el litoral de Perú. De setiembre hasta los primeros días de diciembre de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.	57
3.2.4.8	Anomalía de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para todo el mes de noviembre de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE	58
3.2.4.9	Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de noviembre de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.	58
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 ⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta noviembre de 2019.	59
3.2.5.2	Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L ⁻¹) y f) velocidad geostrófica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de noviembre de 2019. Fuente: IMARPE.	59
3.2.5.3	Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L ⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta noviembre de 2019.	60
3.2.5.4	Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalía de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L ⁻¹) y f) Velocidad geostrófica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 26 y 27 de noviembre de 2019. Fuente: IMARPE.	60
3.2.5.5	Series de tiempo, de enero de 2018 a noviembre de 2019, de la estructura térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	61
3.2.5.6	Series de tiempo, de enero de 2018 a noviembre-diciembre de 2019, de la anomalía térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paita, Chicama y Callao.	62
3.2.5.7	Series de tiempo, de enero de 2018 a noviembre de 2019, de la salinidad del agua de mar (ups) en las Estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	62
3.2.5.8	Series de tiempo, de enero de 2018 a noviembre-diciembre de 2019, de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L ⁻¹) en las Estaciones Fijas de Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo.	63
3.2.5.9	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.	64
3.2.6.1	Mapa de la concentración de la clorofila-a (a) y su anomalía (b) obtenida del satélite MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante mayo de 2019. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de MODIS (en µg L ⁻¹); y (e) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud.	65
3.2.7.1	Distribución de la cantidad, tamaño y captura de anchoveta durante la segunda temporada de pesca región Norte-Centro de 2019. Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.	66
3.2.7.2	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. Julio 2017–noviembre 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	67
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.	68
4.2.2	Índice Niño 3.4 mensual observado (línea negra continúa) 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.	69

4.2.3	Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos y triángulos llenos) y su valor temporal (ICEN _{tmp} , línea roja con círculo y triángulo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de la TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tiene como condición inicial del mes de junio de 2019. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME.	69
4.2.4	Pronóstico probabilístico de la anomalía de la TSM (calibrados) para enero-marzo del 2020 por el promedio de los modelos de NMME inicializados en diciembre de 2019. Fuente: NMME.	70
4.2.5	Pronóstico probabilístico de precipitación (calibrados) para el trimestre enero- marzo de 2020 por modelos de NMME, inicializado en diciembre de 2019. Fuente: NMME.	71

Tablas

Tabla 3.1.4.1	Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero a octubre de 2019, así como sus valores temporales para noviembre y diciembre de 2019. Fuente IGP.	72
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 agosto a noviembre de 2019. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	72
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).	73
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)	73
Tabla 4.2.3	Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central en el verano diciembre 2019 – marzo 2020.	74
Tabla 4.2.4	Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental en el verano diciembre 2019 – marzo 2020.	74

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

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. DATOS	12
2.1. Variables.....	12
2.2. Índices.....	12
2.3. Modelo de Pronóstico	12
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN NOVIEMBRE.....	15
3.1. Condiciones a Macroescala	15
3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial....	15
3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial	17
3.2. Condiciones a Escala Regional	17
3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental	17
3.2.2. Temperatura del Aire	18
3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico	18
3.2.4. Condiciones Oceanográficas superficiales	19
3.2.5. Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano	20
3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana	22
3.2.7. Recursos Pesqueros e indicadores biológicos.....	23
4. PRONÓSTICO.....	25
4.1. A mediano plazo (semanas)	25
4.2. A largo plazo (más de 3 meses).....	25
5. CONCLUSIONES.....	26
6. REFERENCIAS	28
7. FIGURAS.....	30

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 noviembre de 2019.

En el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4); según el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés), para octubre indica condiciones Neutras. Las señales de convección en la región occidental continúan mostrándose reducidas. En el campo de los vientos, en la línea ecuatorial estos se encontraron dentro de sus rangos normales, con excepción de la región del extremo occidental del Pacífico donde la componente zonal este continúa intensa. Por otro lado, en los niveles bajos de la atmósfera, continúan observándose anomalías de vientos zonales del oeste intensas, las cuales están ubicadas al norte de la línea ecuatorial de las región central y oriental del Pacífico.

En el Pacífico ecuatorial oriental, la anomalía de la temperatura superficial del mar indicó valores negativos, aunque estuvieron dentro de su rango normal. El máximo valor negativo se alcanzó en la segunda semana y se acercó a $-0,6^{\circ}\text{C}$. El Índice Costero El Niño (ICEN) de octubre y el estimado (ICEN-tmp) para el mes de noviembre, se mantiene en una condición neutral.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), respecto al mes anterior, continuó mostrando espacialmente una configuración zonal con un debilitamiento al sur de su posición habitual. Durante el mes de noviembre, en promedio, hubo muy poca influencia del APS sobre la costa peruana.

La temperatura superficial del mar en el litoral del Perú mostró un rápido calentamiento frente a la costa norte hacia la quincena de noviembre, comportamiento que se extendió a la costa central desde la última semana del mes, reflejando el arribo de la onda Kelvin cálida. Asimismo, según la información satelital, el máximo calentamiento semanal se produjo en la tercera semana de noviembre, reduciéndose significativamente en los últimos días. En el litoral, las anomalías positivas de mayor intensidad se presentaron en Paita, Chicama y Huanchaco con valores positivos que alcanzaron hasta $\sim +4^{\circ}\text{C}$ el 20, 25 y 26 del mes, respectivamente.

La concentración de la clorofila-a en la capa superficial mostró variaciones positivas respecto a su comportamiento estacional, llegando a desarrollarse núcleos positivos con valores mayor a $8\ \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 80mn entre Callao y Pisco. La media mensual de nubosidad, la cual afecta el crecimiento del fitoplancton y la producción de clorofila-a, se encontró alrededor del 70 % en gran parte del litoral, menor a lo observado en meses anteriores. Durante el mes de noviembre, las zonas de pesca de la anchoveta se localizaron entre Salaverry (08°S) a Chimbote (09°S), dentro de las 40 millas náuticas de la costa. Los índices reproductivos de la anchoveta peruana del stock norte-centro en el mes de noviembre, mostraron la declinación de su periodo principal de desove.

Perspectiva

Según los resultados de los modelos numéricos de NMME, se esperaría en promedio para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), y central (región Niño 3.4), condiciones NEUTRAS entro los meses de enero - junio de 2020.

Frente a la costa peruana, se mantiene el Estado de Alerta de El Niño en “No Activo”, debido a que es más probable que la temperatura superficial del mar, frente a la costa peruana, se mantenga, en promedio, dentro del rango neutral durante el verano 2019-2020.

Para el próximo verano, el ENFEN considera que en el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) son más probables las condiciones Neutras (70 %), seguidas de condiciones El Niño débil (21 %); en tanto que, para el Pacífico oriental (región Niño 1+2, que incluye la costa peruana) son más probables las condiciones Neutras (69 %), seguidas de condiciones El Niño débil (23 %).

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 a nivel nacional	Estaciones	Estaciones costeras	Estaciones fijas	Secciones verticales	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	ARGO	Programa Bitácoras de	Seguimiento de Pesquerías	Muestras de	TRMM-3B42	ESRL/NOAA	Reanálisis NCEP/NOAA	ASCAT	AVHRR (Daily OI SSTV2-NOAA)	OSTIA	JASON-2	AVISO		MODIS	HYCOM	
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																								
	Temperatura del Aire		X																				SENAMHI	
	Precipitación	X																					SENAMHI	
	Precipitación Estimada											X											SENAMHI/IGP	
	Radiación de Onda Larga												X										IGP	
	Presión Atmosférica															X							SENAMHI	
	Vientos															X							SENAMHI	
																						IGP/IMARPE		
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																								
Físicas	Temperatura del Mar		X													X	X						DHN	
						X	X																	IMARPE
								X	X							X	X							IGP
	Nivel medio del Mar		X																		X			DHN
																			X					IMARPE
Salinidad					X	X	X															X	DHN	
Biogeoquímicas	Oxígeno y Nutrientes				X	X	X																IMARPE	
	Clorofila			X		X	X																IMARPE	
																					X		IMARPE, Climatología: 2002-2014	
Pesqueras	Desembarques								X	X													IMARPE	
	índices reproductivos										X												IMARPE	
	Indicadores de masas de agua del plancton										X												IMARPE	
	Distribución de especies incidentales								X	X	X												IMARPE	
VARIABLES HIDROLÓGICAS																								
	Caudal de ríos				X																		ANA/SENAMHI	
	Capacidad Hidráulica de reservorios				X																		ANA	

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN SETIEMBRE

3.1. Condiciones a Macroescala

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

En el presente mes el Índice de Oscilación del Sur (IOS) e Índice de Oscilación del Sur ecuatorial (IOSeq), continuaron indicando anomalías negativas, con valores de -0,8 y -0,3, respectivamente (Figura 3.1.1.1), con estos indicadores el ENSO continúa en estado Neutro.

Durante el mes de noviembre, la oscilación Madden Julian (MJO, por sus siglas en inglés) permaneció activa a lo largo del Pacífico entre el día 10 y la quincena del mes, para debilitarse consistentemente en la región del océano Índico. Durante el mes, la superposición de la señal de baja frecuencia hallada sobre el océano Índico, la actividad de ondas ecuatoriales Rossby, la fase divergente de la MJO, en adición de ondas Kelvin atmosféricas, resultó en el reforzamiento de la convección hacia el oeste del Índico, así como al oeste de línea de cambio de fecha (180 °). En esta última, la actividad de depresiones tropicales mantuvo la convección; no obstante, la supresión convectiva a lo largo del Continente Marítimo se proyectó hacia el sur. Asimismo, en el presente mes, se evidenció el debilitamiento de los vientos alisios a lo largo de la mayor parte de Pacífico con anomalías de vientos zonales del oeste más intensos asociados con la reciente actividad ciclónica hacia finales del periodo (Figura 3.1.1.2). La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) para el mes de noviembre en la zona oeste (170 °E – 140 °W, 5 °S- 5 °N) y este (170 °W – 100 °W, 5 °S-5 °N), continúa indicando valores superiores a su climatología, lo cual está relacionado con deficiencia de precipitación en dichas regiones (Figura 3.1.1.3).

En niveles altos de la atmósfera (300-200 hPa), en promedio, el flujo de vientos en la línea ecuatorial prevaleció dentro de sus rangos normales, con excepción de la región extremo occidental del Pacífico donde continúa intensa la componente zonal este. Durante el mes se observó la estacionalidad de un patrón ciclónico anómalo a lo largo del Pacífico sur, cuya configuración se extendió hacia el sureste de Sudamérica. Esta configuración atmosférica anómala fue modulada por proyección sur de los flujos zonales entre latitudes subtropicales y medias en sentido oeste a este sobre el Pacífico sur. Esta situación estacionaria se reflejó en la persistencia de una circulación ciclónica, caracterizada como un sistema de vaguada, frente a la costa peruana, donde predominó la componente meridional del noroeste. Cabe señalar que hacia el norte de Australia se empezó a evidenciar un domo anticiclónico cálido de circulación; patrón atmosférico tropical que mantuvo los vientos zonales intensos en la región oriental del Índico, asociándose con las anomalías zonales del Pacífico anteriormente mencionadas. (Figura 3.1.1.4).

En niveles bajos de la atmósfera (Figura 3.1.1.5), continúan observándose intensas anomalías de vientos zonales del oeste al norte de la línea ecuatorial de las región central y oriental del Pacífico. Hacia el lado occidental se observó el incremento del viento zonal, justo al norte del continente Marítimo; para el resto de la línea ecuatorial, se observaron condiciones próximas a lo normal. Sobre la región del Atlántico ecuatorial continuó observándose la disminución de los alisios, aunque en menor intensidad respecto al mes anterior. Esto último asociado al debilitamiento del Anticiclón de Atlántico Sur. Por otro lado, los vientos oestes en latitudes medias se intensificaron debido a la extensión este del flujo ciclónico a lo largo del Pacífico Sur.

En asociación con la estructura vertical tropical de Walker (Figura 3.1.1.6), el Índice del Océano Índico alcanzó sus valores más altos desde el mes pasado y, con ello, la tasa de la supresión convectiva se incrementó alcanzando el norte del continente Marítimo y parcialmente la vecindad del extremo oeste del Pacífico para niveles bajos. No obstante, a diferencia del mes pasado, la parcial convección tropical observada al oeste de 180° mantuvo anomalías negativas de la velocidad vertical entre niveles medios y altos de la atmósfera. Por otro lado, al este de 180°, la subsidencia se expandió hasta 150 °W. Así también, durante el mes, alrededor del meridiano de 80 °W, los descensos anómalos persistieron con mayor intensidad, observándose, además, un ligero incremento de los flujos zonales del este hacia la cuenca del Atlántico tropical donde la convección continúa débil respecto a su promedio mensual.

Según la información del esfuerzo de viento zonal ecuatorial de WindSat (Figura 3.1.1.7), se observaron dos pulsos de vientos del oeste en la primera (130 °E-155 °E) y cuarta semana del mes (130 °E-160 °E).

En el océano Pacífico ecuatorial central, la anomalía positiva de la temperatura superficial del mar (TSM) se extendió latitudinal y longitudinalmente desde 160 °E hasta 90 °W, predominando con valores alrededor de 1 °C, similar al mes de octubre. El mayor cambio se identificó en la región oriental, en donde la anomalía aumentó, desapareciendo los núcleos negativos que fueron identificados durante el mes anterior (Figura 3.1.1.8 a).

Por regiones Niño, la anomalía semanal de la TSM en Niño 4 osciló entre 0,8 °C y 1 °C, ligeramente menos respecto a octubre; mientras que, en las regiones Niño 3.4 y Niño 3, en la primera quincena la anomalía se mantuvo similar al mes anterior para la luego disminuir gradualmente cerca medio grado. Sólo en Niño 1+2 la anomalía negativa cambió a positiva, durante la segunda quincena. El promedio mensual para noviembre fue de +0,8 °C en la región Niño 4, de +0,6 en Niño 3.4, de +0,5 en Niño 3 y -0,3°C en Niño 1+2 (Figura 3.1.1.8 b).

El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés), continuó mostrando condiciones Neutras, siendo el valor correspondiente a octubre de 0,30 °C, el cual es superior a los índices de agosto y setiembre (Tabla 3.1.4.1).

3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON de la región occidental muestran, a nivel sub-superficial, la formación de una onda Kelvin cálida, a través de la profundización (80 m – 100 m) de las isothermas de 28 °C a 30 °C, manifestando condiciones cálidas con anomalías de temperatura de 2 °C hasta los 150 m de profundidad. Por otro lado, en el Pacífico central y oriental, la termoclina se mantuvo profundizada con una pendiente suave respecto al mes de octubre, manifestando condiciones cálidas anómalas sobre los 100 m de profundidad, con anomalías hasta +3 °C. (Figura 3.1.2.1).

Con respecto a la profundidad de la isoterma de 20 °C, los datos de las boyas entre 180° y 150 °W muestran a la isoterma profundizada hasta a 100 m – 110 m, es decir en el rango de 10 m a 15 m más de la profundidad normal; en tanto que, entre 150 °W y 130 °W las boyas muestran a la isoterma elevada en promedio 10 m. Por otro lado, En la región oriental, al este de 120 °W, se evidenció la mayor profundización de la isoterma, guardando relación con el esperado paso y arribo de la onda Kelvin cálida, sobre esta región (Figura 3.1.2.2 y Figura 3.1.2.3. a).

El contenido de calor ecuatorial tuvo un comportamiento creciente durante el mes de noviembre, continuando la tendencia observada a finales del mes anterior. Esta variación puede estar asociada a la dinámica de ondas a lo largo del mes, con la propagación y llegada a la costa sudamericana de una onda Kelvin cálida y la propagación de otra cálida que actualmente se observa a lo largo del Pacífico ecuatorial en 160 °W (Figura 3.1.2.3 b).

El nivel del mar en el Pacífico ecuatorial occidental y central se mantuvo cerca del promedio mientras que, en la región oriental, al este de los 130 °W, el nivel del mar se mantuvo con anomalías positivas. Durante la segunda quincena del mes las condiciones cambiaron adversamente, tal que en la región occidental el nivel del mar aumentó rápidamente sobre su altura promedio, en tanto que en la región oriental las anomalías positivas se disiparon gradualmente (Figura 3.1.2.4).

La información de altimetría del producto DUACS (Figura 3.1.2.5) y los resultados de los modelos numéricos (Figura 3.1.2.6) indican que el núcleo de la onda Kelvin cálida ya habría pasado por la costa peruana aunque aún se observa la influencia de su señal a lo largo de la costa.

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) se mantuvo alrededor de lo normal en la mayor parte del Pacífico, con excepción del extremo occidental donde continuaron evidenciándose anomalías significativas de presiones con anomalías de vientos del oeste ubicadas al oeste de 180°. Esta disminución de las anomalías de presiones positivas fue el principal cambio respecto a los meses anteriores. En particular, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) mostró una configuración zonal con una proyección anómala propia de su estacionalidad, con vientos del sudeste anómalos en su periferia frente al codo Perú – Chile.

El viento frente a la costa peruana, obtenido del satélite ASCAT, se presentó con fluctuaciones, particularmente al sur de los 6°S: durante la primera semana exhibió velocidades superiores a 7 m s⁻¹, disminuyendo a partir de la segunda semana hasta el 25 de noviembre, período en el cual exhibió valores de alrededor de 3 m.s⁻¹. Sin embargo, el viento se incrementó en la última semana del mes con valores entre 5 y 7 m.s⁻¹. En la zona oceánica, el viento también se presentó fluctuante, superiores a 8 m.s⁻¹ para la primera y cuarta semana, mientras que durante la segunda y tercera semana los vientos mostraron valores entre 3 y 7 m.s⁻¹ (Figura 3.2.1.2). A lo largo de la costa, durante la primera y cuarta semana predominaron anomalías positivas frente a la costa sur. Entre la segunda semana y hasta el 25 de noviembre se registraron anomalías negativas que alcanzaron -2,5 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 m.s⁻¹ y 7,0 m.s⁻¹ (Figura 3.2.1.4). Las velocidades a lo largo de la costa fluctuaron durante casi todo el mes, presentando condiciones entre neutras y con anomalías ligeramente positivas durante la primera semana, seguidas de anomalías negativas hasta el 25 de noviembre. Es así que desde el día 13 hasta el 25 de mes las anomalías negativas fluctuaron entre -1 m.s⁻¹ y -3 m.s⁻¹ al sur de los 6 °S (Figura 3.2.1.5). El viento costero mostró anomalías del noreste para la segunda y tercera semana, mientras que para la última semana predominaron anomalías del suroeste.

El afloramiento costero, estimado a partir del esfuerzo de viento, frente a Talara y San Juan presentó fluctuaciones en el mes, debilitándose significativamente en la segunda semana al sur de los 6 °S, y de forma moderada frente a Paita durante la segunda y tercera semana. Frente a Talara y Paita el índice de afloramiento costero (IAC) alcanzó valores entre 450 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ y 500 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ durante casi todo el mes, con excepción de la segunda semana donde se observó una disminución. Entre los 6 °S y los 13 °S, el IAC presentó valores por debajo de 100 m³ s⁻¹ 100m⁻¹, cayendo a menos de 50 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ y 100 m³ s⁻¹ 100m⁻¹, en la segunda y tercera semana. Frente a Pisco y San Juan el IAC mostró valores inferiores a 150 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ durante la primera y última semana, mientras que durante la segunda y tercera los valores fueron inferiores a 50 m³ s⁻¹ 100m⁻¹ (Figura 3.2.1.6).

3.2.2. Temperatura del Aire

Las temperaturas diurnas se mantuvieron anómalamente cálidas en la costa norte, aunque en menor intensidad que el mes anterior. Seguidamente, hacia la costa sur, las temperaturas diurnas se incrementaron principalmente en la costa de los departamentos de Ica y Tacna. Por otro lado, las temperaturas nocturnas se mostraron anómalamente cálidas en gran parte del territorio nacional, incidiendo mayormente en la sierra norte y sur, así como, la selva sur; no obstante, es en la vertiente occidental donde se presentaron los valores más altos (Figuras 3.2.2.1 y 3.2.3.1).

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

En noviembre (Figura 3.2.3.1, panel izquierdo) se observaron anomalías positivas en pequeñas regiones de los departamentos de la costa norte, también sobre gran parte de la vertiente oriental de los Andes y selva norte del país. Hacia la vertiente occidental de los Andes, las cuencas altas de Cajamarca, La Libertad y norte de Ancash, el acumulado mensual de la lluvia alcanzaron anomalías positivas superiores al 100 %.

Los ríos más representativos de la costa norte Tumbes y Piura mostraron caudales mínimos, sin embargo, al igual que el mes anterior el río Chancay del departamento de Lambayeque, mostró su caudal por encima de su promedio en la segunda quincena del mes. En la costa central (Santa, Chillón y Rímac) y costa sur (Camaná y Sama), los ríos mostraron caudales inferiores a su promedio histórico. (Figura 3.2.3.2, Figura 3.2.3.3 y Figura 3.2.3.4).

Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte y sur se encuentran, en promedio al 63 % y 42 % de su capacidad de almacenamiento respectivamente.

3.2.4. Condiciones Oceanográficas superficiales

En la región Niño 1+2, que incluye la zona norte del mar de Perú, la TSM varió de 20 °C en la zona más adyacente a la costa de Sudamérica a 24 °C en la zona más oceánica, con mayor gradiente térmico en la zona noreste de la región (Figura 3.2.4.1b).

En el mar de Perú, la TSM promedio varió de 20 °C a 22 °C, manifestando condiciones cálidas al norte de los 7 °S a través de anomalías de +1 °C a +2 °C; mientras que, en las zonas centro y sur la temperatura se mantuvo en el rango de 18 °C a 19 °C, manifestando condiciones ligeramente cálidas con anomalías de +0,5 °C (Figura 3.2.4.1b).

En el litoral peruano, los registros diarios de la TSM mostraron un calentamiento anómalo hasta los 12 °S (Callao), con valores de 1 °C a 3,5 °C, en tanto que en el litoral sur la TSM varió alrededor del promedio, con anomalías diarias entre $\pm 0,5$ °C (Figura 3.2.4.2 y Tabla 3.2.4.2).

La TSM registrada en los laboratorios costeros del IMARPE aumentó en su promedio mensual respecto al mes anterior. Entre Tumbes y Chimbote se observaron anomalías positivas, a excepción de San José; a su vez, de Huacho a Pisco se presentaron anomalías negativas y frente Ilo se observaron anomalías positivas en promedio. La TSM mensual varió entre 15,0 °C (Callao) y 26,5 °C (Tumbes), mientras que las anomalías variaron entre -0,6 °C (San José) y +1,6 °C (Paíta).

A nivel diario, durante el mes de noviembre predominaron anomalías positivas en Tumbes e Ilo. De Paíta a Callao se observaron condiciones con anomalías negativas durante las primeras semanas, para luego observarse anomalías positivas durante los últimos días del mes. En Pisco las anomalías fluctuaron de positivas, en la primera quincena, a anomalías negativas, en la segunda quincena de mes. Las anomalías positivas de mayor intensidad se presentaron en Paíta, Chicama y Huanchaco con valores positivos que alcanzaron hasta $\sim +4$ °C el 20, 25 y 26 del mes, respectivamente. En Pisco se registraron anomalías negativas alrededor de $\sim -2,5$ °C en la segunda quincena (Figura 3.2.4.3).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2016) presentó un valor de +0,13 °C para el trimestre SON del 2019 y un valor mensual de noviembre de +0,3 °C, siendo mayor al valor observado durante agosto 2019 (0,06 °C).

El Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de octubre, estimado con datos de TSM hasta el mes de noviembre, indican condiciones frías débiles (OISSTv2 = -1,07) y condición neutra (ERSSTv3= -0,87 y ERSSTv5 = -0,60). 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 noviembre y diciembre.

Según el modelo HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model; Chassignet et. al., 2007), en la zona norte las aguas con salinidad menor a 34,8 ups, asociadas a Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) habrían fluctuado entre los 5 °S a 6 °S la mayor parte del mes y cerca de la costa, desplazándose en la última semana hasta los 8 °S. No obstante, según el modelo MERCATOR (www.marine.copernicus.eu), dicho desplazamiento habría alcanzado los 10 °S a finales del mes. Frente a la costa sur las aguas con salinidad mayor a 35,1 ups se habrían aproximado hacia el codo Perú-Chile, replegando por un lado hacia la costa a las aguas de mezcla procedentes del afloramiento y por otro lado hacia el sur de los 20 °S a las aguas procedentes de la mezcla con Aguas Intermedias del Pacífico Sur Este (ESPIW, por sus siglas en inglés, Grados *et al.*, 2018) (Figura 3.2.4.5).

Con respecto al Nivel Medio del Mar (NMM), a lo largo de la línea ecuatorial se continuó observando la llegada de la onda Kelvin registrada a mediados de octubre. Además, una onda cálida se encontraría en propagación, aproximadamente en 160 °W (Figura 3.2.4.6). El paso de la onda Kelvin cálida por el litoral de Perú provocó un aumento rápido de las anomalías durante la segunda quincena del mes (Figura 3.2.4.7. Tabla 3.2.4.2).

En la costa peruana, Continuó la propagación de anomalías positivas del nivel del mar, desde la zona ecuatorial hacia la costa centro norte de Perú. Entre la tercera y cuarta semana de noviembre, se presentaron las ANM de mayor magnitud, alcanzando valores mayores a +15 cm frente a Tumbes, mayores a +10 cm entre Paita y Pimentel y, mayores a +5 cm a lo largo de toda la costa y cubriendo gran parte de la zona oceánica ubicada frente a la costa centro norte de Perú. En las zonas oceánicas ubicadas frente al sur de Perú se presentaron condiciones neutras en promedio, con algunos vórtices de anomalía positiva asociados a flujos anti-horarios y vórtices de anomalía negativa relacionada a flujos horarios que permanecieron hasta finales de mes (Figura 3.2.4.8).

En la franja de 60 mn adyacente a la costa, la evolución temporal de las anomalías de la TSM mostró el arribo de la onda kelvin cálida. Frente a Paita, desde mediados de noviembre se presentaron anomalías positivas, que se intensificaron en las semanas siguientes hasta +3°C en promedio, expandiéndose hacia el sur hasta la zona de Chicama. Así mismo en la costa sur durante la última semana también se presentaron anomalías de +1 °C (Figura 3.2.4.7). Frente a la costa peruana, se observó un pulso de anomalías positivas desde mediados de agosto hasta mediados de setiembre, superando +7 cm en la zona norte y +5 cm en el sur, mientras que, en la zona de Galápagos la ANM se mantuvo oscilando alrededor de +4 cm (Figura 3.2.4.9).

3.2.5. Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano

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

Paita (27-28 de noviembre)

La TSM presentó valores entre 20 °C y 22 °C en toda la sección, con anomalías de TSM dentro de las 100 m.n. de hasta +2,0 °C (Figura 3.2.5.1 a, b, Figura 3.2.5.2. a, b). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 15 °C a 22 °C con una marcada termoclina a 40 – 50 m. La isoterma de 15 °C se presentó entre los 80 m y 110 m de profundidad, 30 m más profunda respecto a fines de octubre (Figura 3.2.5.1 d). Sobre los 80 m se registraron anomalías térmicas positivas, con núcleos de hasta +3,0 °C entre los 10 y 30 m. Asimismo se observó un núcleo de hasta +1,0 °C dentro de las 40 m.n. entre los 230 y 310 m (Figura 3.2.5.2 b). En el resto de la sección las condiciones térmicas fueron normales en promedio.

La salinidad indicó la presencia de aguas de AES ($S < 34,8$ ups) en los primeros 70 m de profundidad dentro de las 35 m.n. y sobre los 40 m a 35 – 100 m.n., asociadas a anomalías halinas de hasta -0,9 ups (Figura 3.2.5.2 c, d). Por otra parte, entre los 50 m y 100 m los datos sugieren presencia de mezcla entre AES y Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) dentro de las 40 m.n. y aguas de mezcla entre ASS y AEES, por fuera de las 50 m.n., y a más de 100 m, dominancia de AEES, conforme al patrón estacional.

La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la iso-oxígena de 1,0 mL L⁻¹, asociada a la oxiclina, se mantuvo a una profundidad de 140 - 170 m en la zona costera, 15 m más somera respecto a octubre (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⁻¹), se detectó a 200 - 270 m de profundidad en toda la sección. Dentro de las 100 mn en los primeros 350 m se estimaron flujos geostroficados hacia el sur con una velocidad de hasta 30 cm s⁻¹. Asimismo, se estimaron flujos geostroficados hacia el norte dentro de las 15 m.n. sobre los 60 m, con velocidades de hasta 10 cm s⁻¹ (Figura 3.2.5.2 e, f).

Chicama (26 – 27 de noviembre)

La TSM presentó valores entre 18 °C y 20 °C en toda la sección. Las condiciones térmicas superficiales mostraron anomalías de hasta +2,0 °C dentro de las 30 m.n. hasta los 20 m de profundidad. En sub-superficie, entre los 50 y 200 m, se observaron condiciones térmicas normales, mientras que entre los 200 y 430 m se observaron anomalías de +1,0 °C, en promedio (Figura 3.2.5.3 a, b; Figura 3.2.5.4. a, b). Asimismo, la isoterma de 15 °C se ubicó a 50 - 80 m de profundidad en la zona costera, 40 m por debajo de lo registrado en octubre (Figura 3.2.5.3. d).

En la capa superficial hasta los 20 m de profundidad, la salinidad y las temperaturas indicaron la presencia de AES dentro de las 20 m.n. y aguas de mezcla entre aguas costeras frías (ACF)-ASS-AES por fuera de las 30 m.n., asociadas a anomalías halinas de hasta -0,40 ups. Entre los 20 y 50 m de profundidad, se detectaron aguas de mezcla ACF-AES dentro de las 30 m.n., y aguas de mezcla ASS-ACF a 40 – 100 m.n.; mientras que entre los 50 y 100 m se observó aguas de mezcla ASS – AEES y AEES a mayor profundidad, ambas conformes al patrón estacional (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 iso-oxígena de 1,0 mL L⁻¹ se presentó a 50 - 60 m de profundidad fuera de la costa y a 40 m en la zona costera, en general ligeramente más profunda que en octubre (Figura 3.2.5.4 e).

El borde superior de la ZMO se presentó a 40 - 160 m, más somero en la costa (Figura 3.2.5.3 e). Por otra parte, se estimaron flujos geostróficos hacia el sur entre los 30 y 350 m a 65 – 100 m.n., con velocidades también de hasta 20 cm s⁻¹ (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 15 °C y 20 °C, en Chicama entre 14 °C y 20 °C, en Callao entre 14 °C y 16 °C, en Atico sobre los 14 °C y 16 °C y en Ilo entre 13 °C y 19 °C. En general, las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao evidenciaron una profundización de las isotermas, a partir de la segunda quincena; mientras que en Atico e Ilo mostraron un leve ascenso las isotermas sobre los 20 m y una profundización la isoterma de 14 °C (Figura 3.2.5.5). En Paita y Chicama se detectaron anomalías térmicas de hasta +3,0 °C sobre los 60 y 20 m, respectivamente a finales de noviembre, asociado al arribo de la onda Kelvin cálida. Por otro lado, en Callao las condiciones térmicas fueron ligeramente frías en promedio (-0,5 °C).

En Paita y Chicama, los registros de salinidad y temperatura evidenciaron la presencia de AES sobre los 60 y 10 m a finales del mes, debido a la advección de aguas de baja salinidad desde norte. En Callao, 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, a finales del mes, asociada a las anomalías térmicas positivas y a la intromisión de AES. Por otro lado, en Chicama se observó un aumento de la concentración de OD en la segunda quincena del mes sobre los 10 m, posiblemente también asociado a la intromisión de AES. En Callao, Atico e Ilo las iso-oxígenas se presentaron a una profundidad similar a octubre. La iso-oxígena de 0,5 mL L⁻¹ no se registró en Paita ni en Atico, y se determinó a 20 - 40 m en Chicama, a 20 - 30 m en Callao, a 95 m en Atico y a 35 - 40 m 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 noviembre entre 83,5 °W – 82,5 °W y 3,5 °S-4,5 °S (frente a la costa norte del Perú), mostró un núcleo de anomalías positivas durante la última semana de noviembre de alrededor +3 °C (climatología de IMARPE), concentrándose por encima de los 100 metros. Por debajo de los 100 m, las condiciones subsuperficiales se mostraron, en promedio, con condiciones ligeramente por encima de la media estacional hasta los 150 m y entre los 300 m y 500 m de profundidad (Figura 3.2.5.9). Durante el mes de noviembre este flotador ha continuado su acercamiento a la costa, por lo que los datos recolectados son similares a los observados en la sección Paita, indicando el paso de la onda Kelvin cálida en el mes de noviembre.

3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana

En las estaciones fijas costeras, los nutrientes se disminuyeron respecto al mes anterior en la mayoría de las estaciones fijas costeras.

3.2.6.1. Clorofila-a

La concentración de clorofila-a satelital mensual proveniente de la unión de todos los satélites que registran clorofila-a superficial (www.oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/), mostró que entre San José y Callao (dentro de las 60 m.n.) y entre San Juan e Ilo (dentro de las 40 m.n.), predominaron valores de $\sim 3 \mu\text{g L}^{-1}$; mientras que, entre Callao y Pisco se llegaron a alcanzar valores de $\sim 10 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 3.2.6.1 a). En términos de anomalía, entre Paita y San José predominaron anomalías negativas ($\sim -1 \mu\text{g L}^{-1}$) y al sur de San José predominaron anomalías positivas (entre $+1 \mu\text{g L}^{-1}$ y $+3 \mu\text{g L}^{-1}$) dentro de las 60 m.n., con un núcleo altamente productivo de valores $>+8 \mu\text{g L}^{-1}$ entre Callao y Pisco hasta las 80 m.n. (Figura 3.2.6.1. b).

A escala diaria se ha utilizado la información de MODIS (Ocean Biology Processing Group, 2003) pero corregida respecto a SeaWiFS (O'Reilly *et al.* 1998). A partir de este producto, el promedio pentadal dentro de las 60 m.n. y entre 6°S a 16°S , se presentaron anomalías negativas débiles a la mitad del mes y durante los últimos días de noviembre ($\sim -0,75 \mu\text{g L}^{-1}$); sin embargo, durante el resto del mes predominaron anomalías positivas ($+2,5 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 3.2.6.1. d).

Latitudinalmente, en la franja costera predominaron anomalías positivas al sur de los 9°S durante la primera y última semana del mes ($+2,0 \mu\text{g L}^{-1}$ a $+6,0 \mu\text{g L}^{-1}$); mientras que, entre los 6°S y 9°S se presentaron anomalías negativas entre $-0,5 \mu\text{g L}^{-1}$ y $-2 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 3.2.6.1. e).

Un factor clave para el crecimiento fitoplanctónico y la producción de clorofila-a es la cantidad de luz incidente, la cual es afectada por la presencia de nubes. La media mensual del porcentaje de nubosidad para este mes estuvo alrededor de 70 % en gran parte de la costa, menor a lo observado durante octubre. Frente a Paita (dentro de las 60 m.n.), entre Pisco y San Juan (dentro de las 30 m.n.) y frente a Ilo la cobertura nubosa fue menor de 60 %; mientras que, entre San José y Huacho (dentro de las 50 m.n.) se observaron valores alrededor de 80% (Figura 3.2.6.1. c).

3.2.7. Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

Distribución, capturas y tallas de la anchoveta

La segunda temporada de pesca 2019 de anchoveta en la región norte-centro del litoral peruano se inició con una Pesca Exploratoria entre 06 al 15 de noviembre. Durante el mes el desembarque de anchoveta alcanzó aproximadamente 711 814 toneladas (t). La principal zona de pesca de anchoveta estuvo entre Salaverry (08°S) y Chimbote (09°S), dentro de las 40 millas de la costa. A nivel vertical, se evidenció la profundización de los cardúmenes de anchoveta en la zona norte entre los 07°S - 08°S , debido a la llegada de la onda Kelvin (Figura 3.2.7.1).

El desembarque de jurel durante el periodo 01 enero – 30 noviembre, alcanzó alrededor de 138 mil t, y el de la caballa, aproximadamente 29 mil t. En noviembre el jurel y la caballa, fueron capturados por la pesca artesanal principalmente desde Punta San Juan (15°S) hasta el sur de Atico (16°S), entre las 30 a 40 millas.

Especies Indicadoras

Frente a Paita se determinó a *Ceratium breve* var. *parallelum* especie indicadora de AES distribuido desde las 40 m.n. hasta las 80 m.n. de la costa, relacionado a una TSM con un rango de variación entre $21,5$ y $22,3^\circ\text{C}$. También se registró a *Tripos praelongus*, especie indicadora de ASS, a 100 m.n. de la costa asociado a una TSM de $22,4^\circ\text{C}$.

En la sección Chicama, se registró a *Protoberidinium obtusum*, especie indicadora de Aguas Costeras Frías (ACF) a 5 m.n. de la costa, relacionado a una TSM de 19,2 °C

Durante el Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 1909-11 se registró aves guaneras durante lances de comprobación y registros acústicos con presencia de anchoveta. Además, las aves guaneras, principalmente la especie *Phalacrocorax bougainvillii* "guanay", presentaron una distribución replegada a las zonas costeras (hasta las 20 m.n. de distancia a la costa), lo que coincide con la presencia de ACF; y la mayor densidad de aves guaneras fue observada en las cercanías de sus zonas de reproducción.

Los análisis de la dieta de guanay, como indicador indirecto de la distribución de anchoveta, realizados desde isla Macabi (08 °S) hasta Punta Coles (18 °S), mostraron que la alimentación del guanay tuvo como principal ítem a la anchoveta, adulta y juvenil .

Por otro lado, como parte del monitoreo bio-oceanográfico la componente biológica realizó avistamientos de aves marinas a bordo de la embarcación BIC Flores. La mayor abundancia de aves guaneras se registró dentro de las 15 m.n. de la costa entre Paita y Chimbote, con mayores observaciones dentro de las 40 m.n. entre Salaverry y Chimbote, zona con presencia de ACF y aguas de mezcla.

Indicadores reproductivos y somáticos de la anchoveta

Los índices reproductivos de la anchoveta *Engraulis ringens* del stock norte-centro mostraron a partir de la primera quincena de noviembre la disminución de los procesos de madurez gonadal y desove, iniciando así la declinación del periodo principal de desove de acuerdo al patrón histórico (Figura 3.2.7.2).

4. PRONÓSTICO

4.1. A mediano plazo (semanas)

Según los modelos oceánicos lineales simplificados, tanto del IGP (Figura 3.1.2.6. c y d), como del IMARPE (Figura 4.2.1), también las proyecciones teóricas sobre los datos observados indican que se espera que la onda Kelvin fría, que arribaría a las costas peruanas en las siguientes semanas, contribuya a disminuir las condiciones cálidas observadas desde mediados de noviembre. Se espera que la onda Kelvin cálida arribe a la costa americana entre enero y febrero de 2020, con lo cual podrían volverse a observar condiciones cálidas anómalas de la temperatura superficial y sub-superficial del mar.

Por otro lado, los pronósticos de los modelos climáticos dinámicos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales del mes de diciembre de 2019, indican para el océano Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) condición cálida débiles para el mes de diciembre de 2019 y condiciones neutras para los meses de enero y febrero de 2020 (ver figura 4.4.2). Asimismo los resultados para el Pacífico oriental (región Niño 1+2) son condiciones neutras para los meses entre diciembre de 2019 - febrero de 2020.

4.2. A largo plazo (más de 3 meses)

Los modelos climáticos dinámicos coinciden en indicar condiciones neutras entre los meses de marzo y junio de 2020 para el Pacífico central (región Niño 3.4) y Pacífico oriental (región Niño 1+2), sin embargo, para la primera región mencionada el modelo de NCAR_CCSM4 indica condiciones cálidas débiles entre los meses marzo-junio de 2020 y condiciones frías débiles entre los meses abril – junio de 2020 en ambas regiones.

Debido a que los principales impactos de El Niño y La Niña suelen darse en la temporada de lluvias, durante el verano austral, el ENFEN proporciona una estimación de las probabilidades de ocurrencia de éstos (ver Tabla 4.2.1 y 4.2.2) para el próximo verano (diciembre 2019-marzo 2020). El análisis indica que para el Pacífico central (Niño 3.4) son más probables las condiciones Neutras (70 %), seguidas de condiciones El Niño débil (21 %); en tanto que, para el Pacífico oriental (Niño 1+2) son más probables las condiciones Neutras (69 %), seguidas de condiciones El Niño débil (23 %).

5. CONCLUSIONES

Tal como se mencionó en el último comunicado de la comisión ENFEN, desde fines de octubre e inicios de noviembre se detectó, en la información del nivel del mar, la presencia de la onda Kelvin cálida frente a la costa norte, pero el impacto de esta no se manifestaba aún, en forma de anomalías cálidas de la TSM. Sin embargo, durante la quincena del mes de noviembre, los datos muestran un rápido calentamiento por encima de lo normal de la TSM frente a la costa norte, comportamiento que se extendió a la costa central desde la última semana del mes, lo cual refleja el impacto de la onda Kelvin cálida en la TSM. Asimismo, según la información satelital, el máximo calentamiento se produjo en la tercera semana de noviembre, ya que se muestra una reducción significativa en los últimos días.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), mostró una configuración zonal con una proyección anómala propia de su estacionalidad, con vientos del sudeste anómalos en su periferia frente al codo Perú – Chile.

El afloramiento costero exhibió variaciones temporales en la zona norte de la costa durante todo el mes. Entre los 06 °S y 13 °S, el afloramiento costero solo estuvo activo en la primera y última semana; el IAC presentó valores por debajo de $150 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$, cayendo a menos de $50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$ y $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100\text{m}^{-1}$, en la segunda y tercera semana, respectivamente.

En el Pacífico central (región Niño 3.4), la anomalía de la TSM disminuyó con respecto al mes anterior. El ONI de noviembre (SON) tiene la categoría Neutro, mientras que los estimados (ONI-tmp) octubre y noviembre serían cálida débil. Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor de ICEN para octubre (el promedio de las tres fuentes) y sus respectivos temporales (ICEN-tmp) de noviembre y diciembre indican condiciones Neutras.

Los caudales de los principales ríos de las regiones hidrográficas del Pacífico presentaron caudales inferiores a su promedio histórico, sin embargo, el río Chancay mostró su caudal superior al promedio histórico en la segunda quincena del mes. Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte y sur se encuentran, en promedio, al 63 % y 42 % de su capacidad de almacenamiento, respectivamente.

Los índices reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro, en el mes de noviembre, mostraron a partir de la primera quincena la disminución de los procesos de madurez gonadal y desove, iniciando así la declinación del periodo principal de desove de acuerdo al patrón histórico.

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), y central (región Niño 3.4), el promedio de los modelos numéricos de NMME con condiciones iniciales de diciembre indican condiciones NEUTRAS para los meses entre enero-junio de 2020.

Se espera el arribo de una onda Kelvin fría a la costa sudamericana en las siguientes semanas, la cual contribuiría a disminuir las condiciones cálidas observadas desde mediados de noviembre.

Para el verano 2019-2020, según el análisis del escenario actual, así como la información proporcionada por los modelos climáticos, se estima que para el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) son más probables las condiciones Neutras (70 %), seguidas de condiciones El Niño débil (21 %); en tanto que, para el Pacífico oriental (Niño 1+2) son más probables las condiciones Neutras (69 %), seguidas de condiciones El Niño débil (23 %).

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el Estado de Alerta de El Niño en “No Activo”; sin embargo, las entidades competentes deberán considerar la vulnerabilidad para la estimación de riesgo y adoptar las medidas que correspondan frente a las potenciales lluvias episódicas, por encima de lo normal pero no extraordinarias.

6. REFERENCIAS

Boullanger, J.-P., and C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, *J. Geophys. Res.*, 100(C12), 25,041–25,059.

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

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

Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.

ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2p.

ENFEN, 2019 a. Comunicado Oficial ENFEN, N° 10 -2019, junio de 2019.

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, Tippet MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1

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

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

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.

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

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

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

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

7. FIGURAS

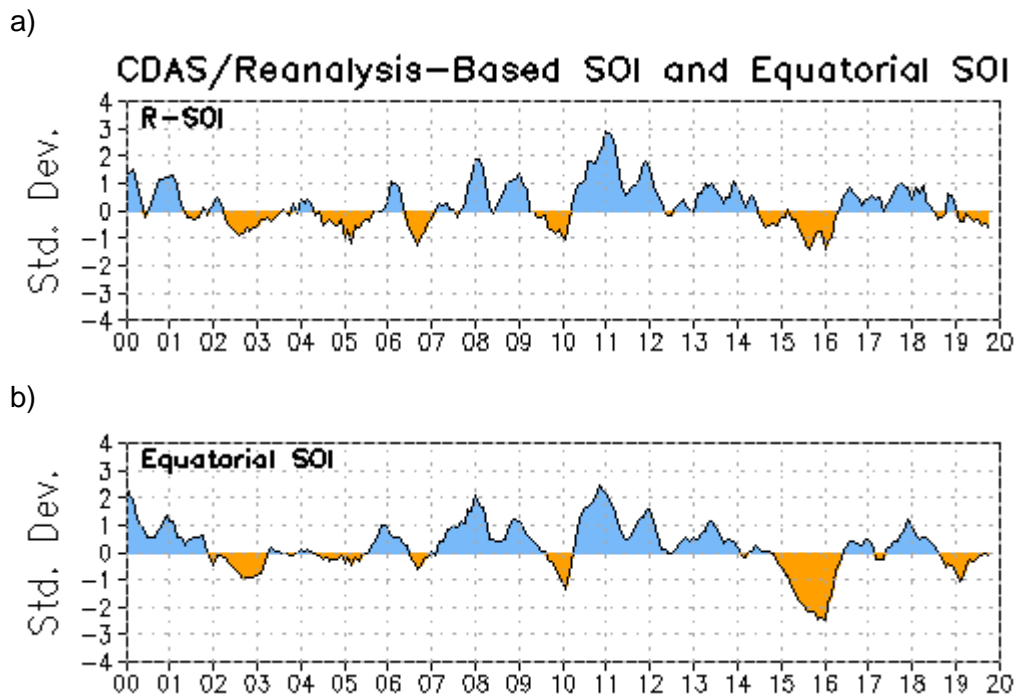


Figura 3.1.1.1 a) Índice de Oscilación del Sur (IOS), b) Índice de Oscilación del Sur Ecuatorial (IOS-Eq). Ambas series de tiempo son medias móviles de tres meses obtenidas del re-analysis CDAS.

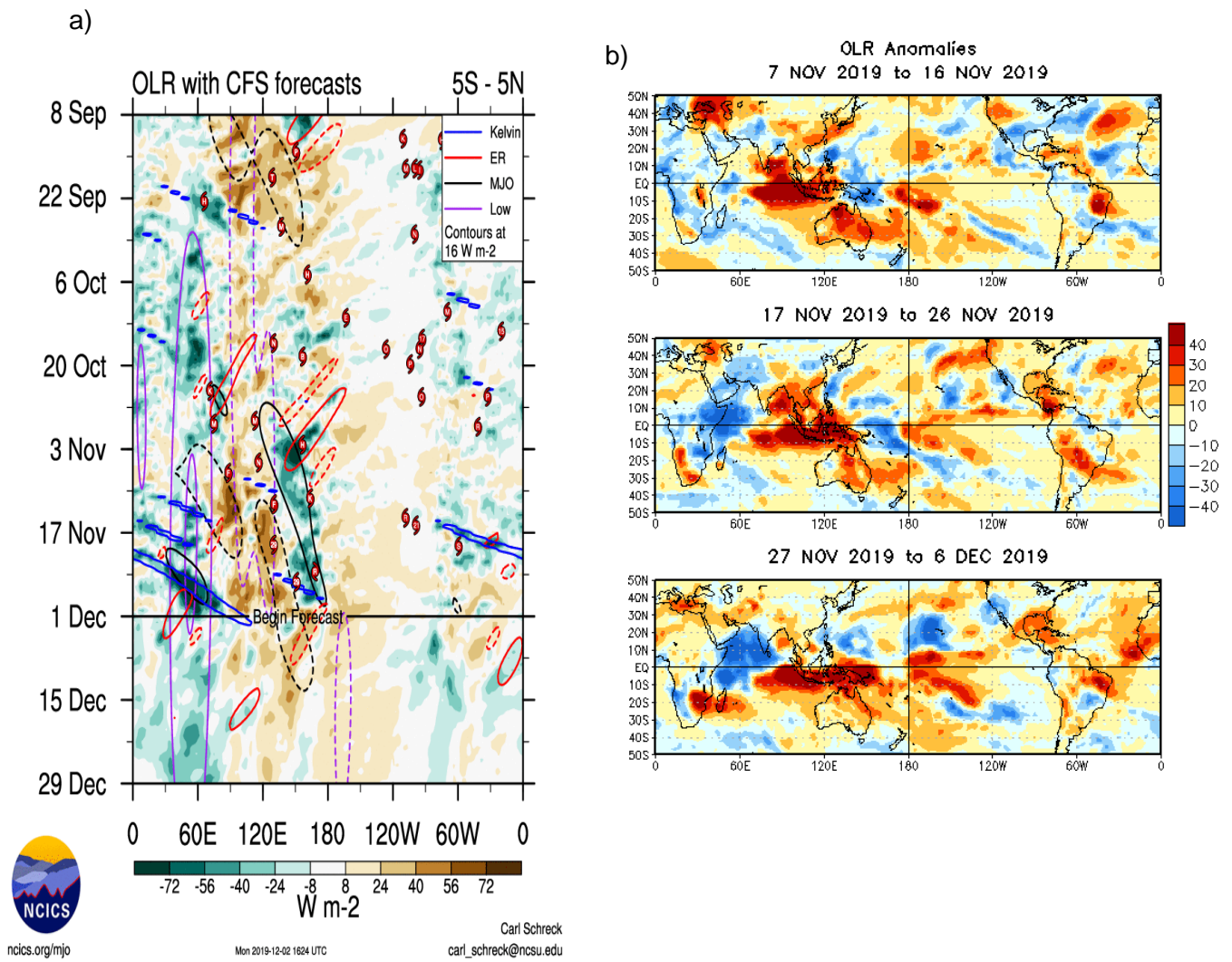
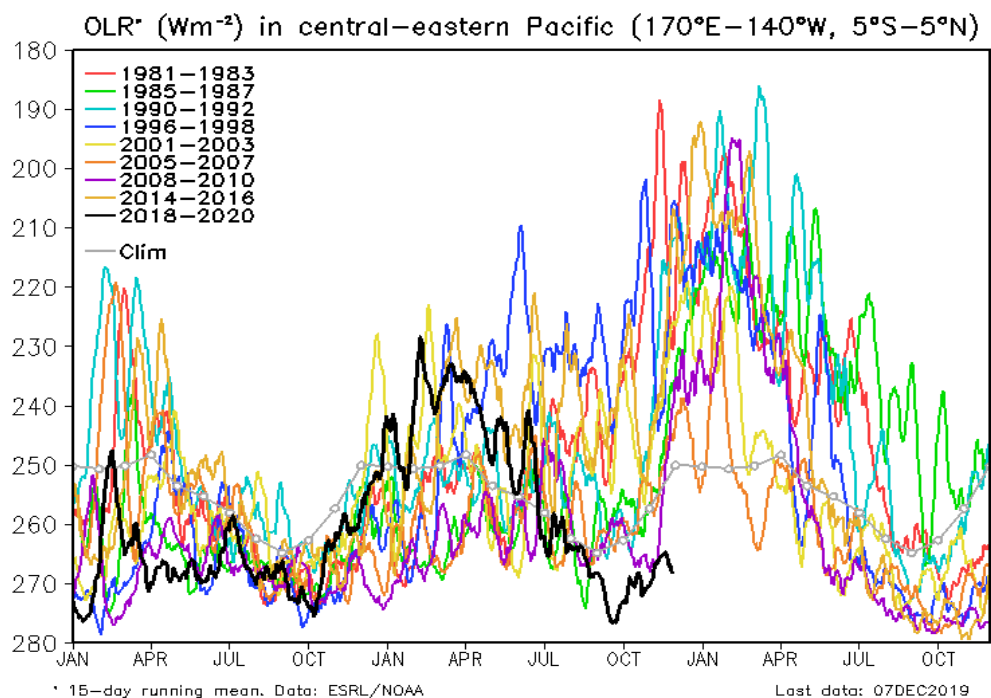


Figura 3.1.1.2. a) Pronóstico a mediano plazo para OLR del modelo CFS. Los contornos indican actividad de ondas atmosféricas b) Anomalías decadas de OLR para el mes de noviembre de 2019. Datos: CFS y NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI

a)



b)

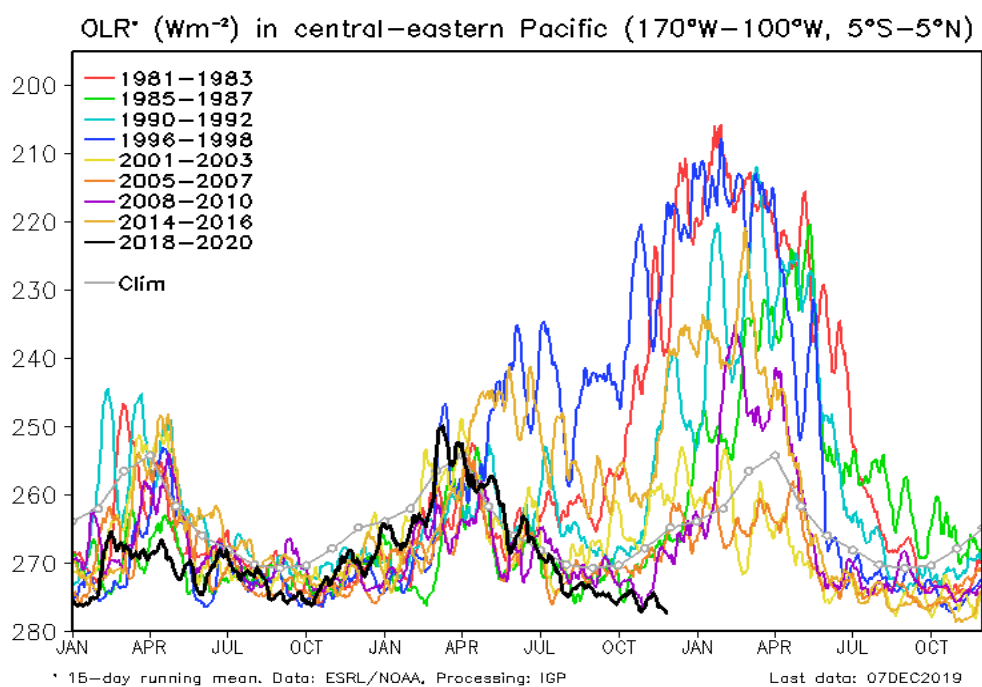
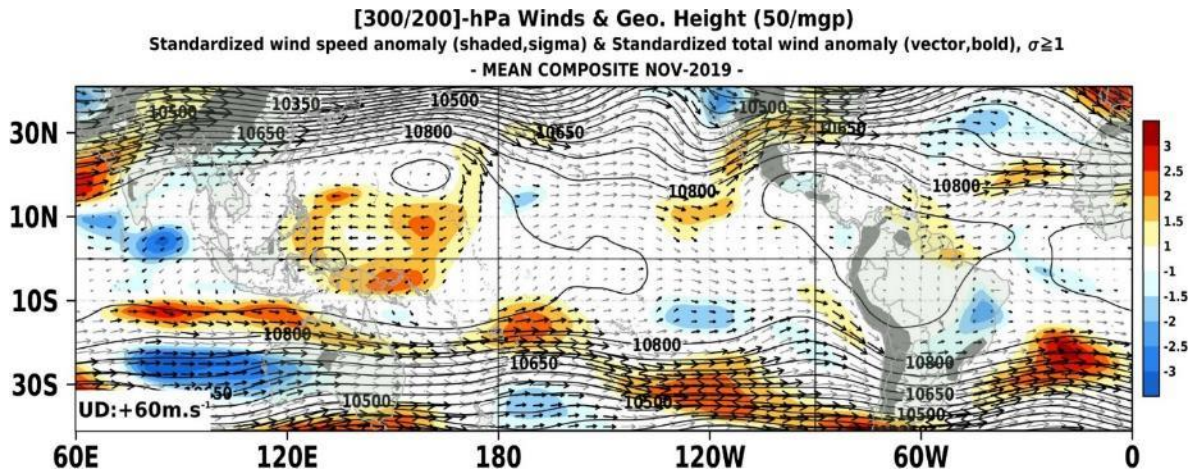


Figura 3.1.1.3 Radiación de onda larga – OLR (W/m^2), desde el mes de enero de 2017 hasta noviembre de 2019, en el Pacífico central-oriental en: a) $170^{\circ}E-140^{\circ}W, 5^{\circ}S-5^{\circ}N$ y b) $170^{\circ}W-100^{\circ}W, 5^{\circ}S-5^{\circ}N$. Datos: ESRL/NOAA. Procesamiento: IGP.

a)



b)

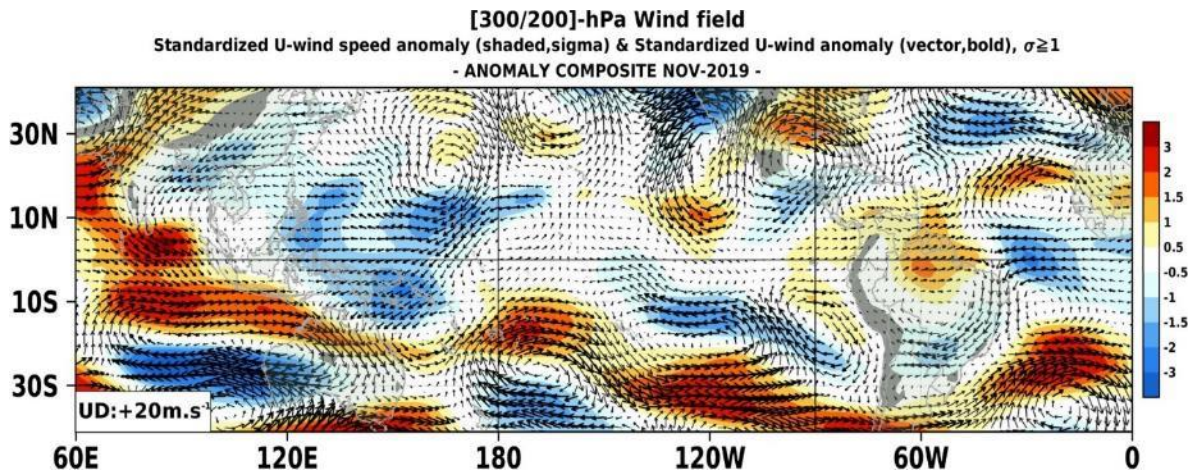


Figura 3.1.1.4 Configuración atmosférica en niveles altos (300 - 200 hPa) para el mes de noviembre del 2019: a) Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matrices de colores cada $\pm 0,5 \sigma$), b) Anomalías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

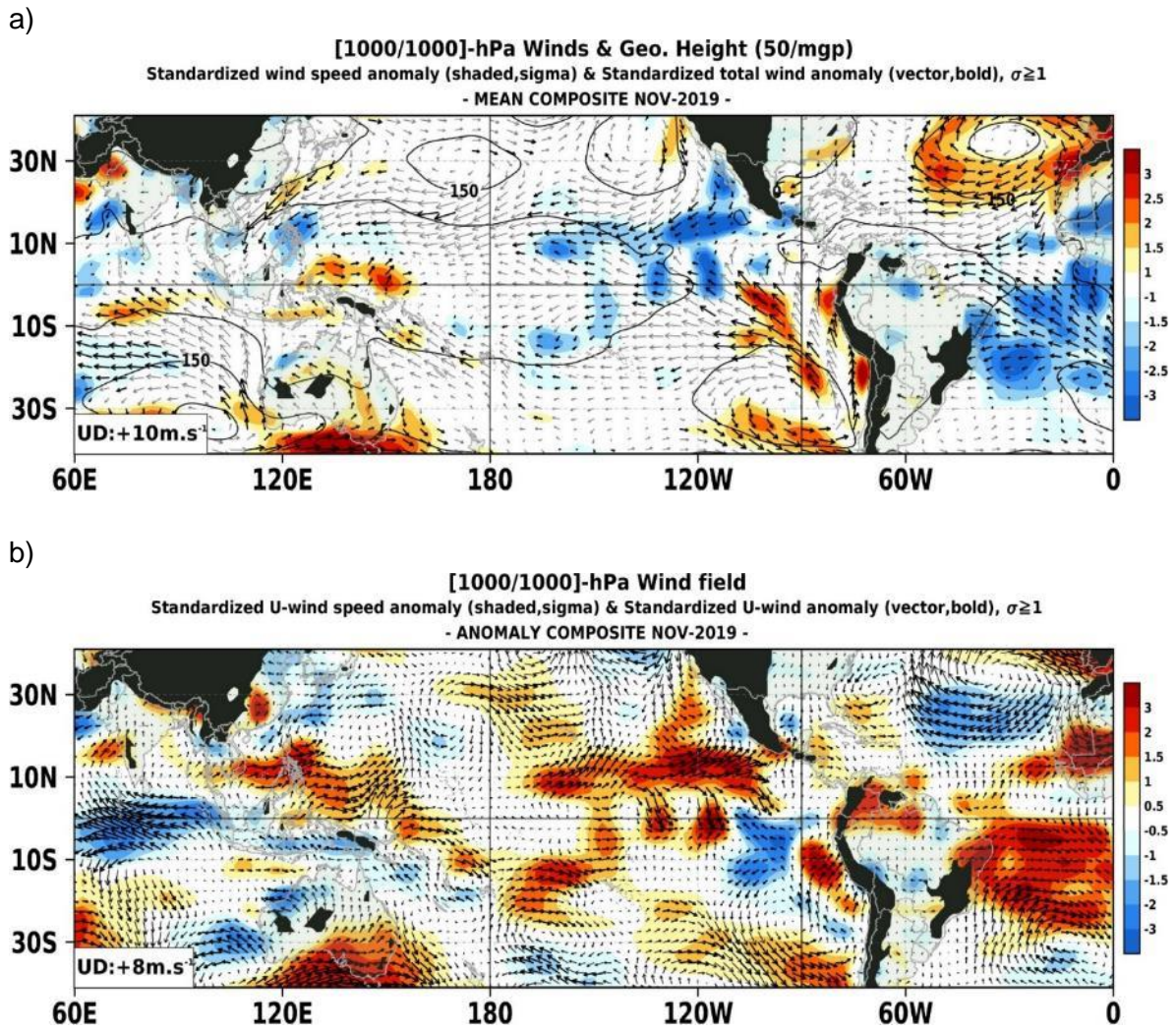


Figura 3.1.1.5. Configuración atmosférica en niveles bajos (1000 - 850 hPa) para el mes de noviembre del 2019: a) Promedio del viento total (m/s, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) junto a anomalías estandarizadas de la velocidad total del viento (matices de colores cada $\pm 0,5 \sigma$), b)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

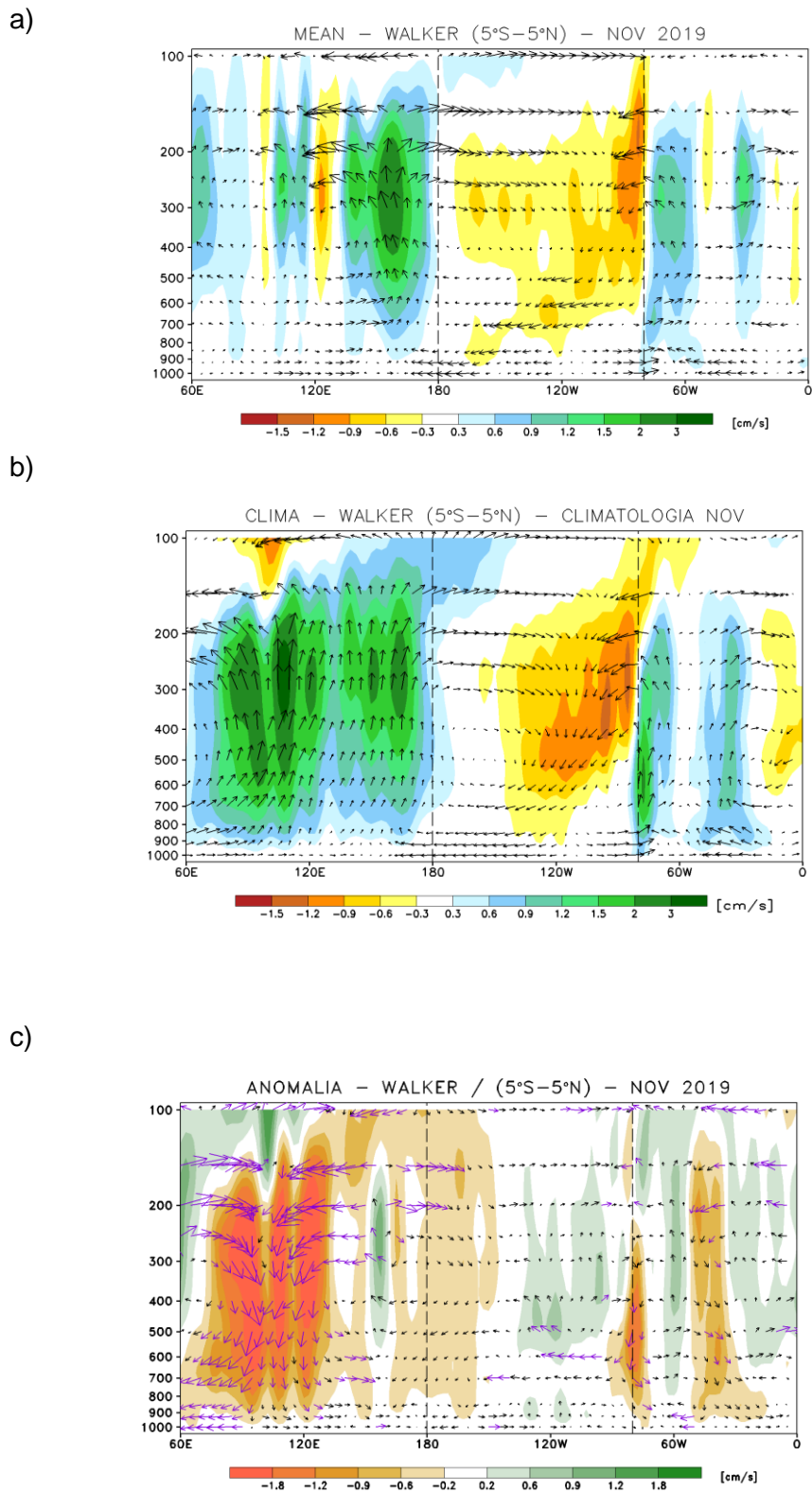


Figura 3.1.1.6. Secciones verticales de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) de este a oeste para el mes de noviembre 2019. (a), patrón promedio, (b) patrón climatológico y (c) patrón anómalo. Fuente: SPC/SENAMHI.

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

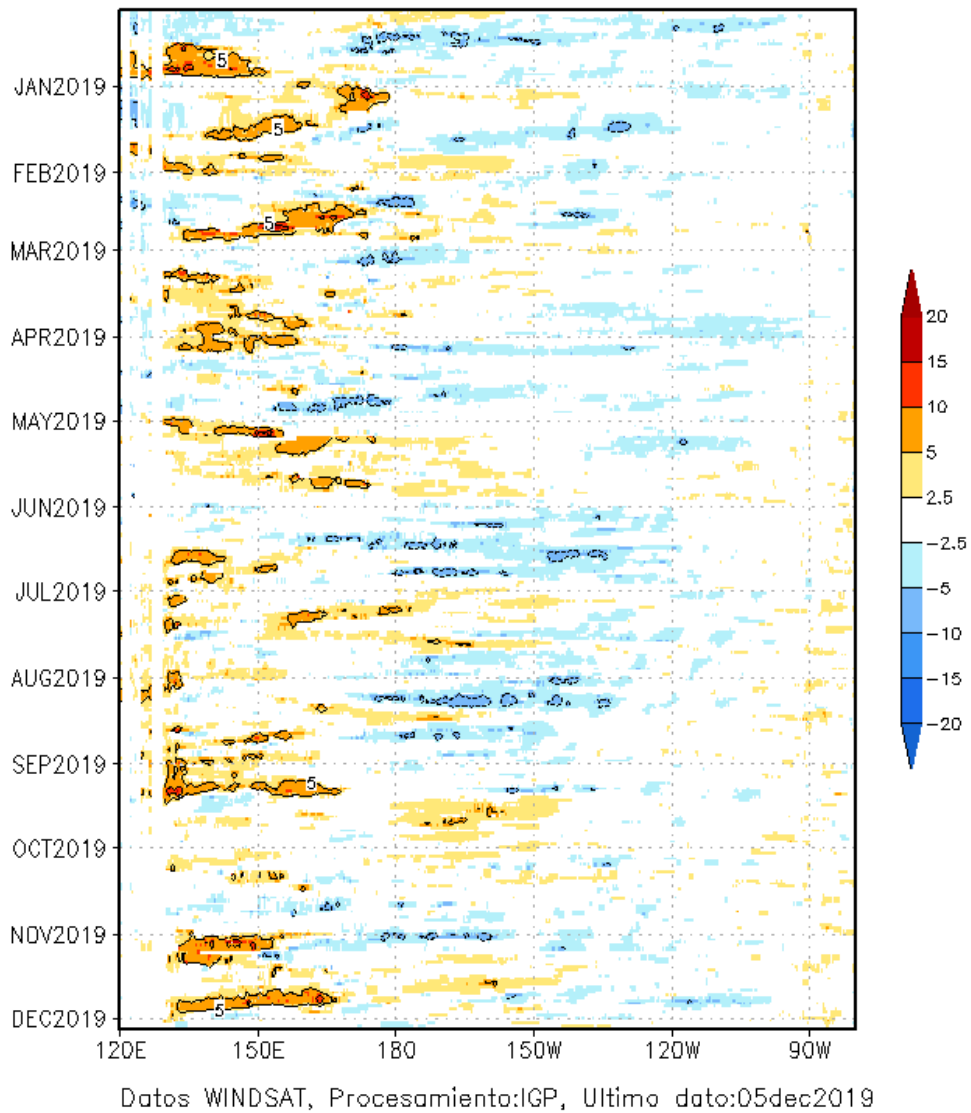
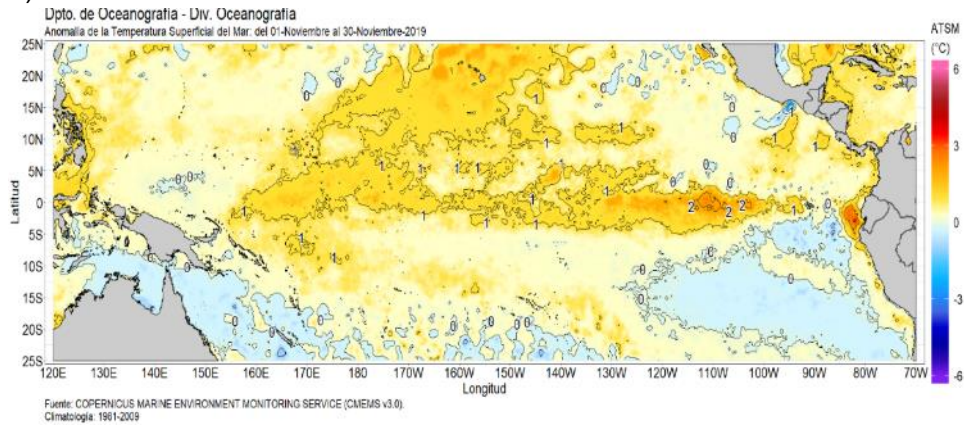


Figura 3.1.1.7. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT. Elaboración: IGP.

a)



b)

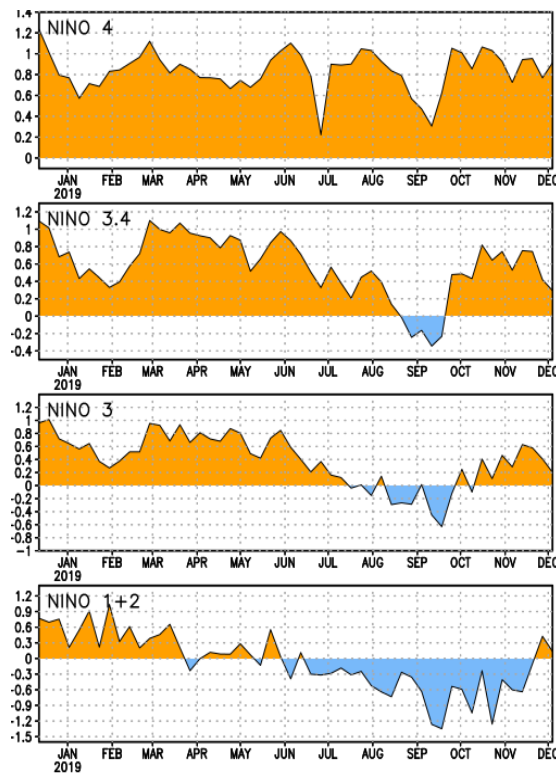


Figura 3.1.1.8. a) Anomalía promedio de la TSM para noviembre de 2019. Fuente: OSTIA, Gráfico: DHN. b) Series de tiempo de la anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, desde diciembre del 2018 hasta noviembre del 2019. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA.

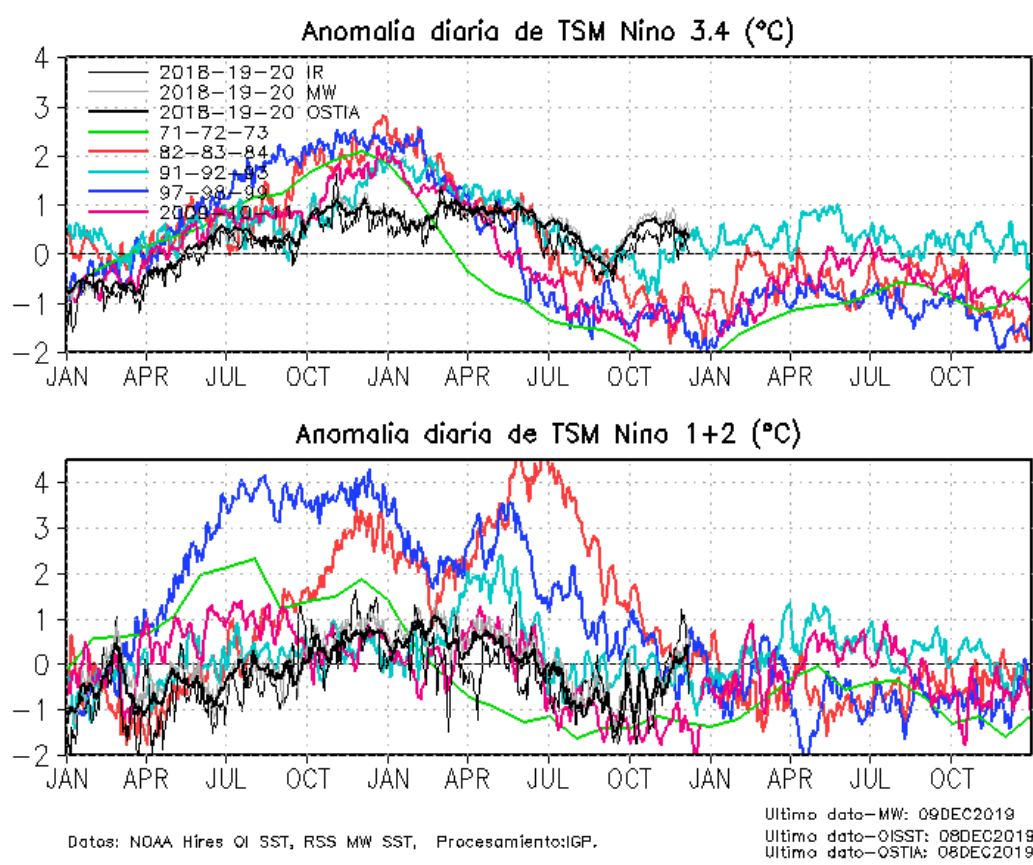


Figura 3.1.1.9 Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (panel superior) y Niño 1+2 (panel inferior). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW)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

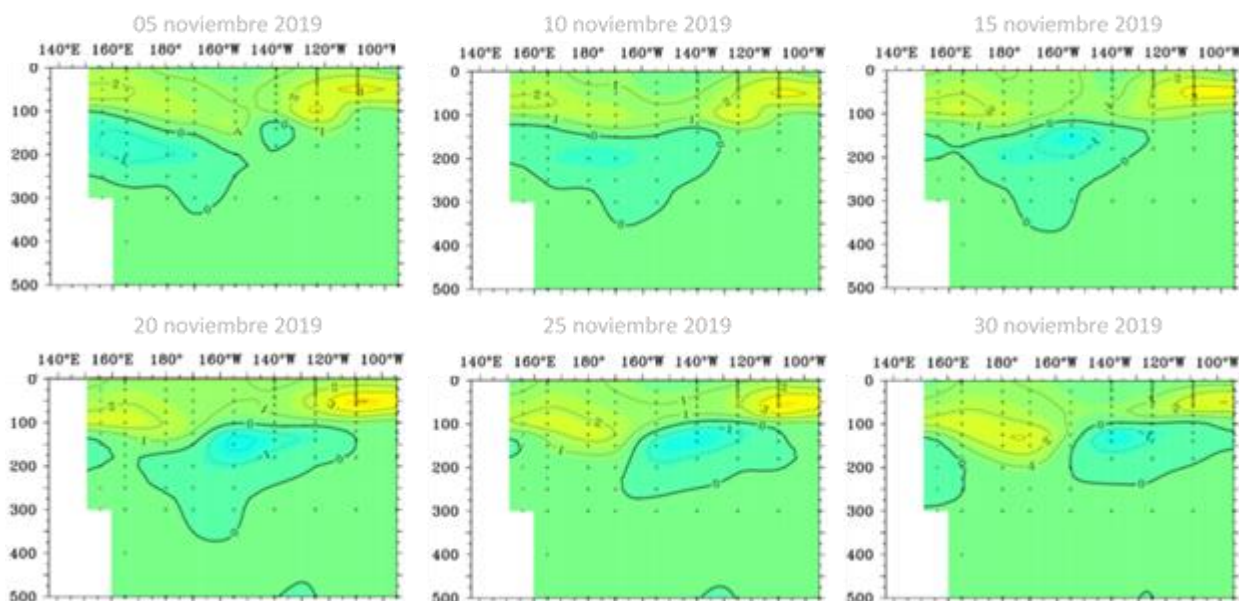


Figura 3.1.2.1. Diagramas longitud-profundidad de las anomalías de la temperatura del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (promediados entre 2 °N y 2 °S) para los días, de izquierda a derecha y de arriba abajo, 05, 10, 15, 20, 25 y 30 de noviembre de 2019. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

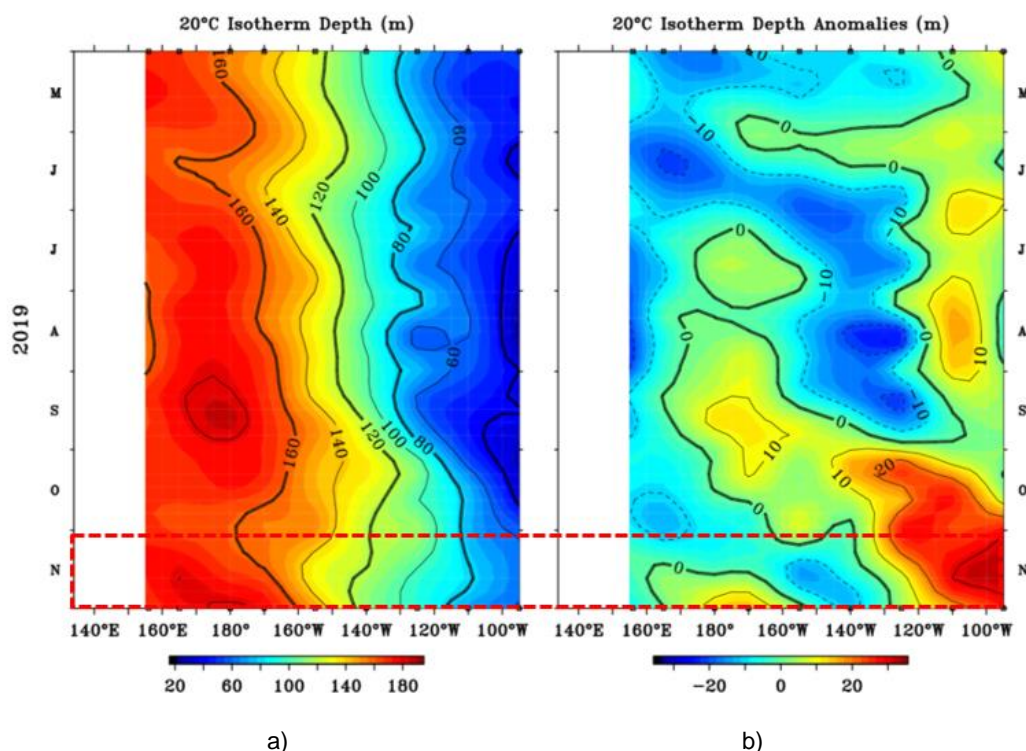


Figura 3.1.2.2. Diagrama longitud-tiempo de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) promediado entre 2 °N y 2 °S, desde mayo hasta noviembre de 2019, tanto para su valor total (a) como para su anomalía (b). Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

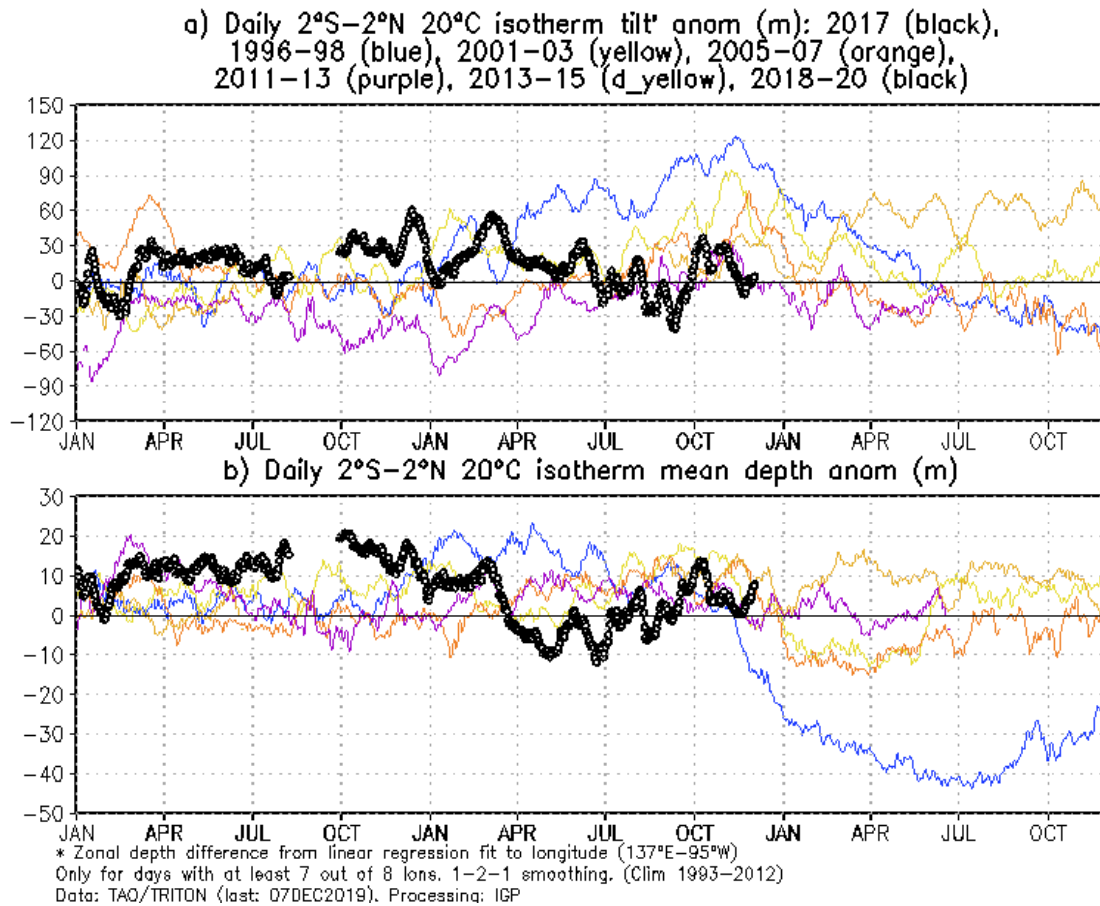


Figura 3.1.2.3. Series de tiempo de: a) la inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de TAO entre 2 °N y 2 °S; y b) del contenido de calor en la región ecuatorial. Estas series de tiempo se obtuvieron usando datos de las boyas TAO entre 2 °N y 2 °S. Elaboración: IGP

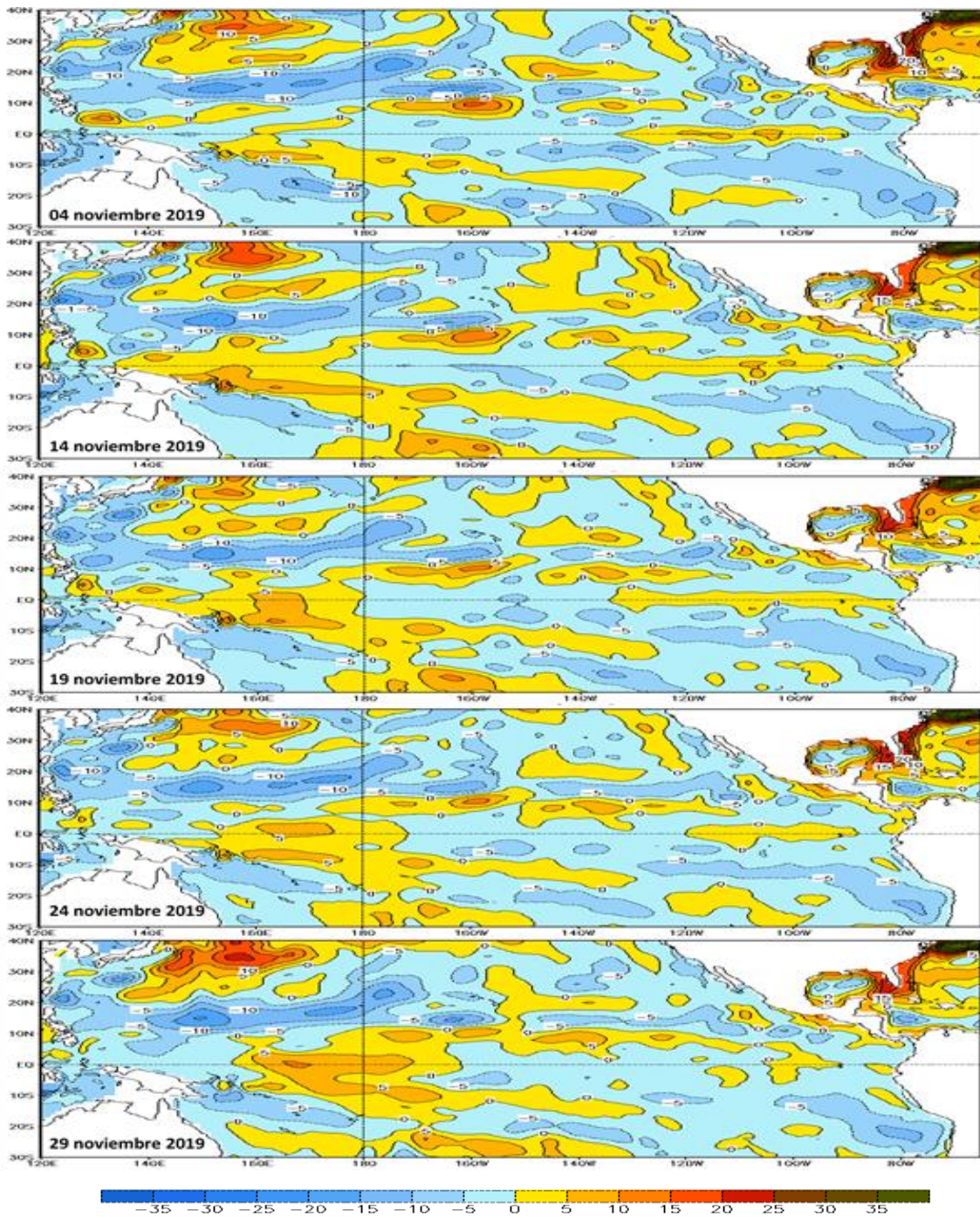


Figura 3.1.2.4. Campos de anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical, de arriba a abajo, el 04, 14, 19, 24 y 29 de noviembre de 2019. . Fuente: GODAS; Climatología 1981–2010.

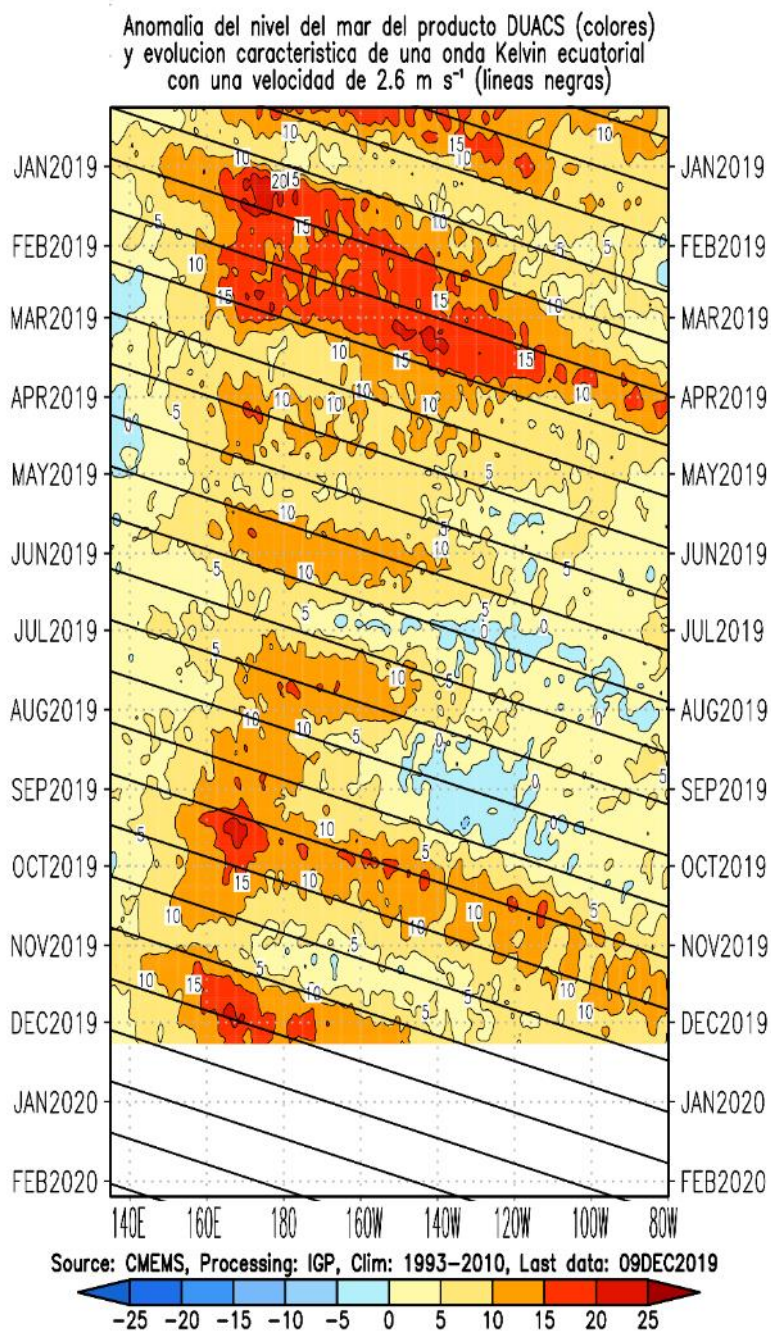


Figura 3.1.2.5. Diagrama longitud – tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda Kelvin si tuviera una velocidad aproximada de 2.6 m/s. Elaboración IGP.

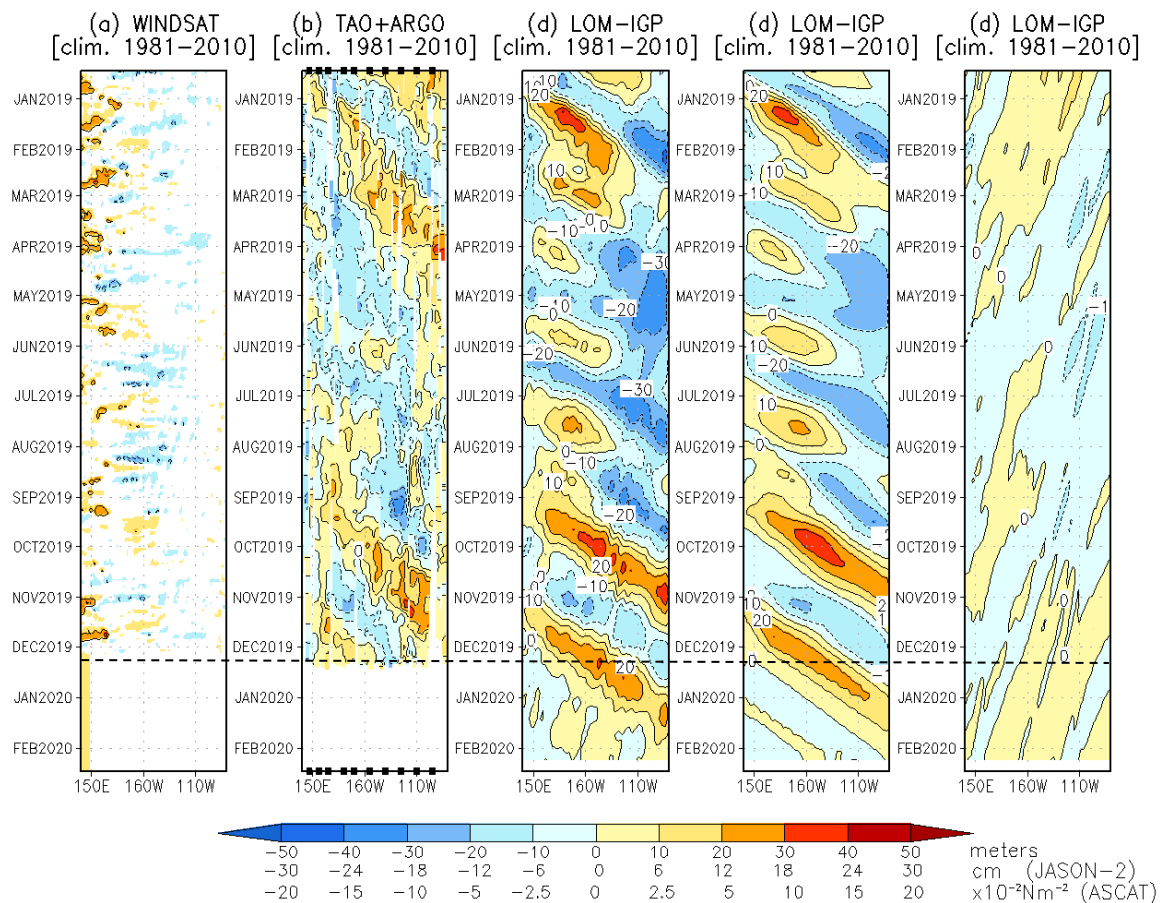
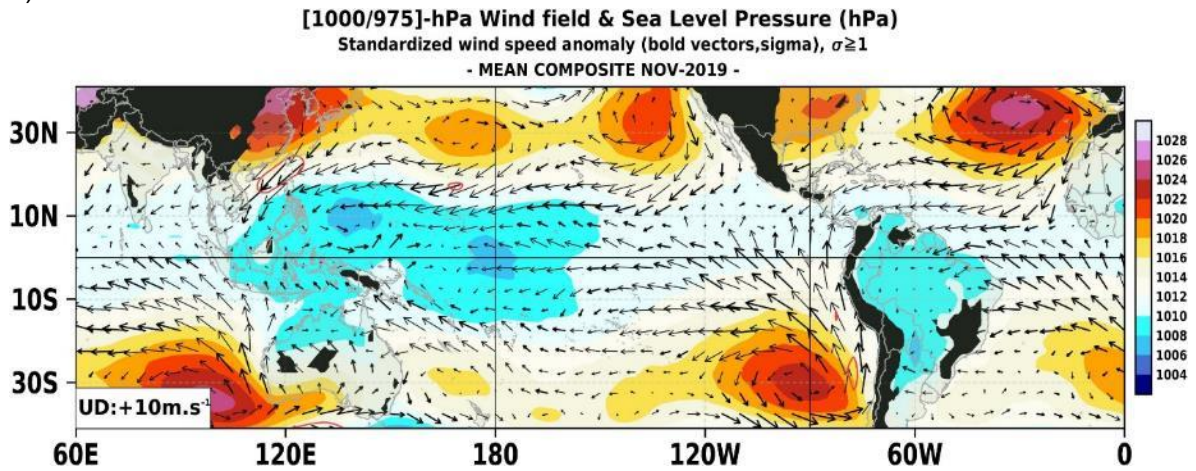


Figura 3.1.2.6. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C calculados con los datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda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

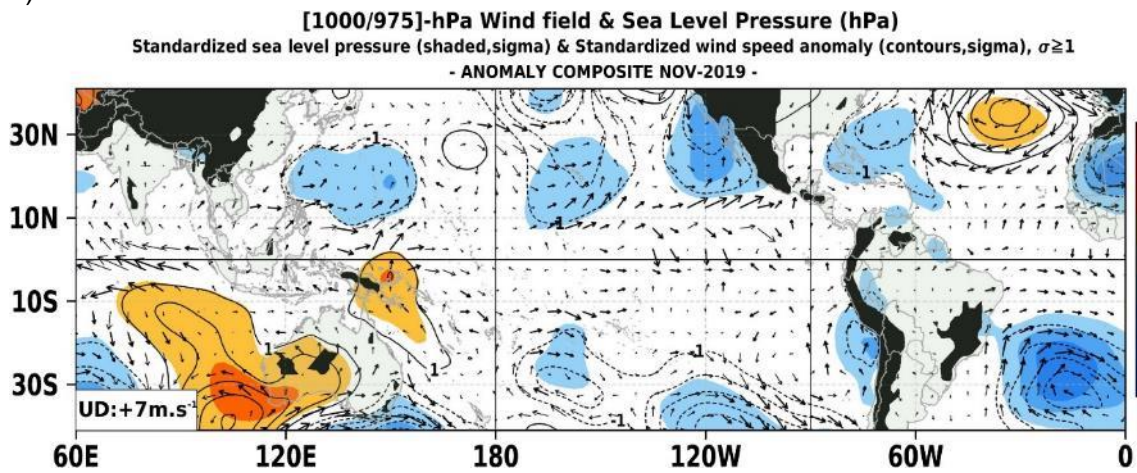


Figura 3.2.1.1. Análisis de superficie para el mes de noviembre de 2019. Arriba: Promedio del campo de presión reducida a nivel del mar (PRMSL, hPa) y vientos entre 1000 - 975 hPa (contornos rojos >8 m/s), vectores gruesos representan velocidad estandarizadas, ($\sigma > 1$). Abajo: Anomalías del campo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

Fuente: SPC/SENAMHI.

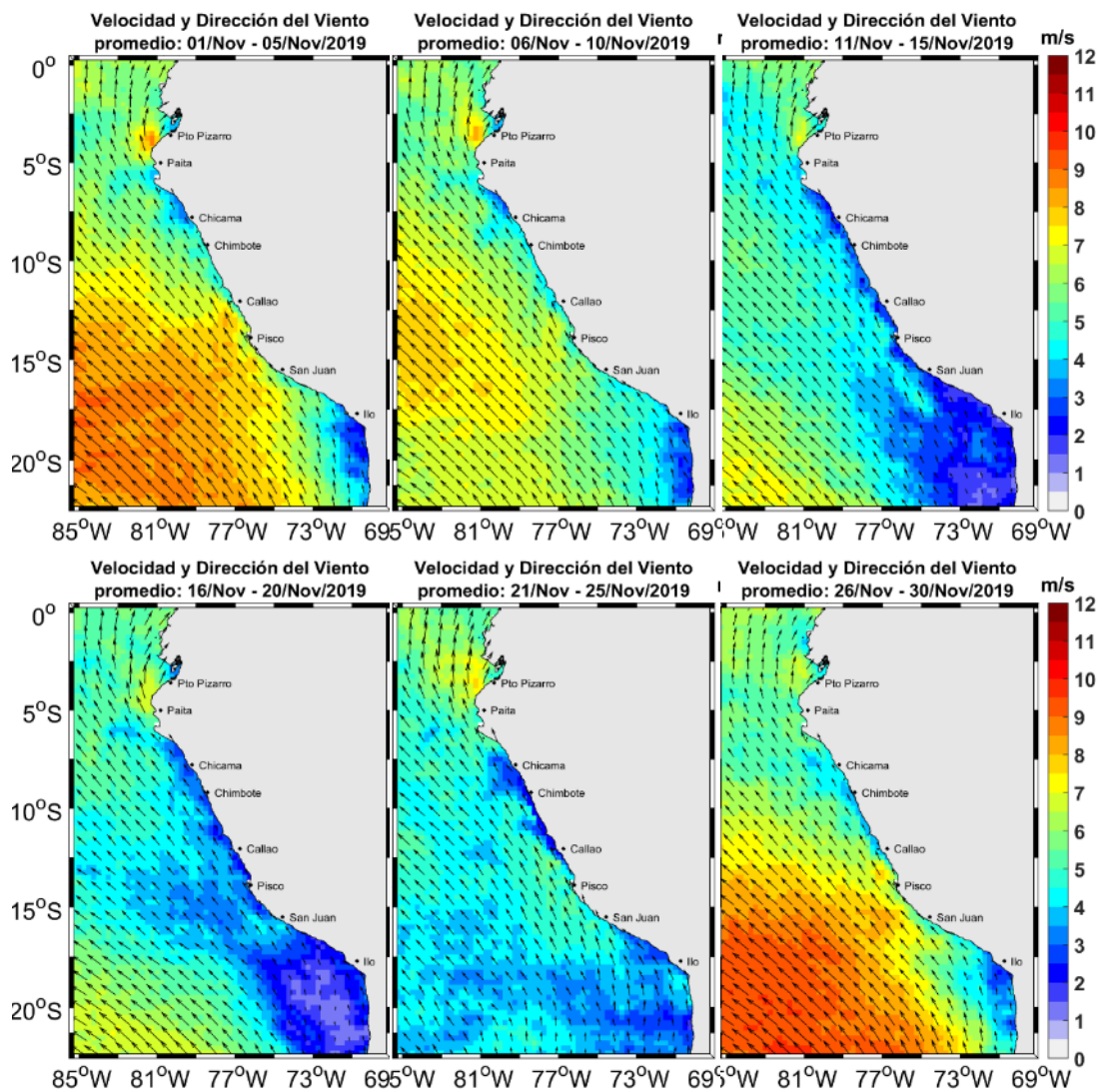


Figura 3.2.1.2. Mapas de la Velocidad del Viento frente a la costa peruana, durante el mes de noviembre de 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS (ASCAT disponible hasta el 03 de marzo de 2019 por lo cual la información fue completada con el producto del modelo GFS, previa validación de acuerdo con Correa et al. 2016). Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). *Actualizada hasta el 30/11/2019.*

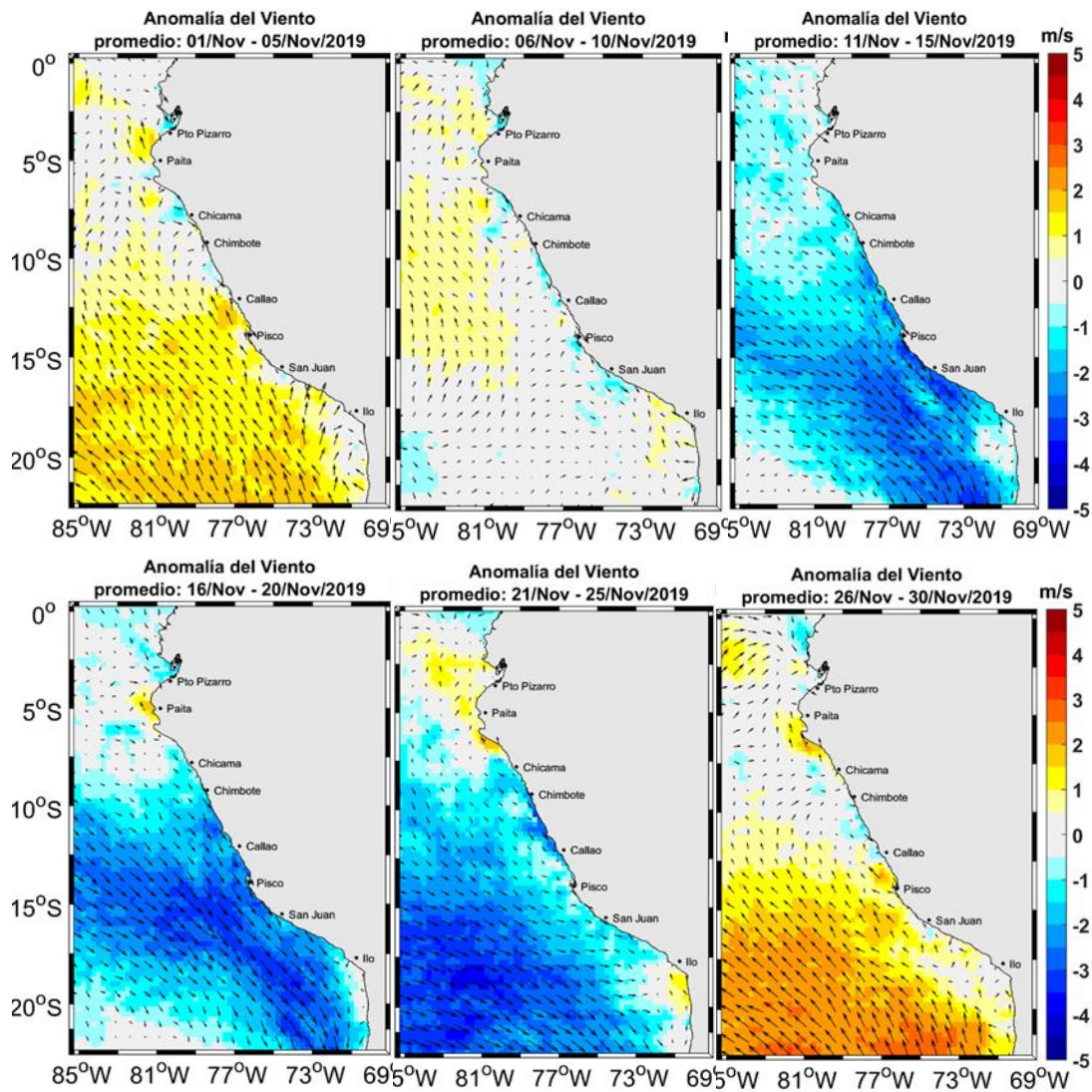


Figura 3.2.1.3. Mapas de anomalía de la velocidad del viento frente a la costa peruana, durante el mes de noviembre del 2019 (Fuente: Satélite ASCAT y productos del modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). *Actualizada hasta el 30/11/2019.*

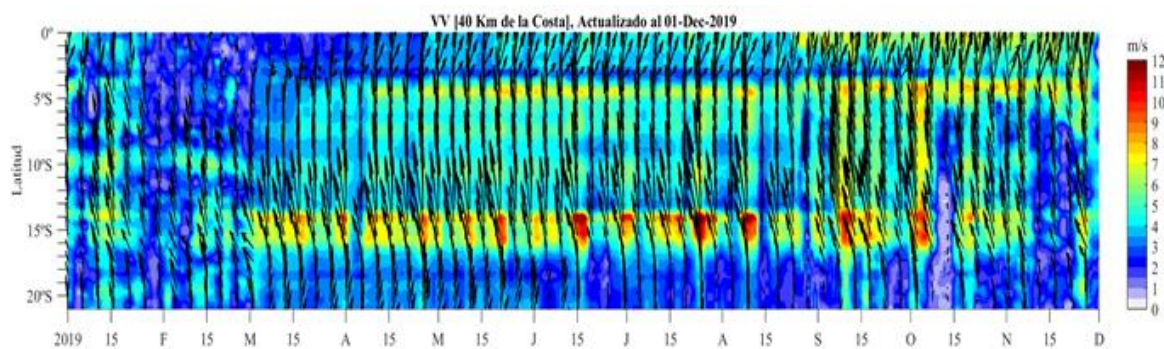


Figura 3.2.1.4 Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 01/12/2019.

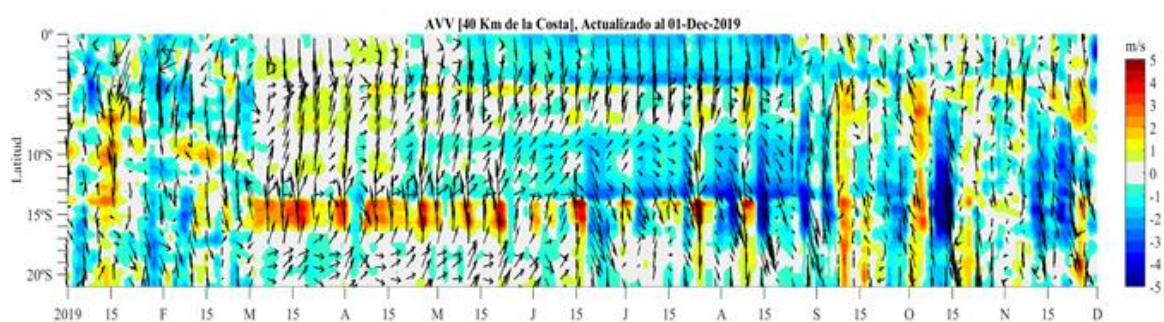


Figura 3.2.1.5. Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento a lo largo de la costa peruana (Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 01/12/2019.

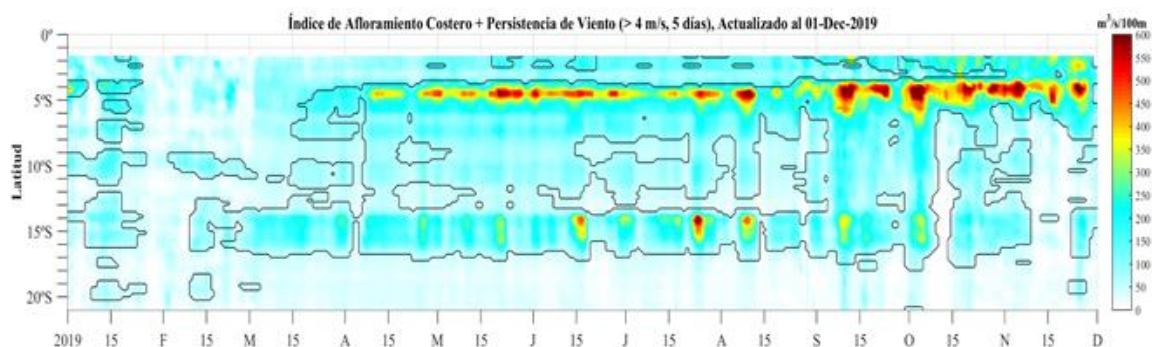


Figura 3.2.1.6. Diagrama de Hovmöller del índice de afloramiento costero ($m^3 / s \cdot 100m$), calculado a partir del viento satelital ASCAT a 40 km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad a 4 m/s durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 01/12/2019.

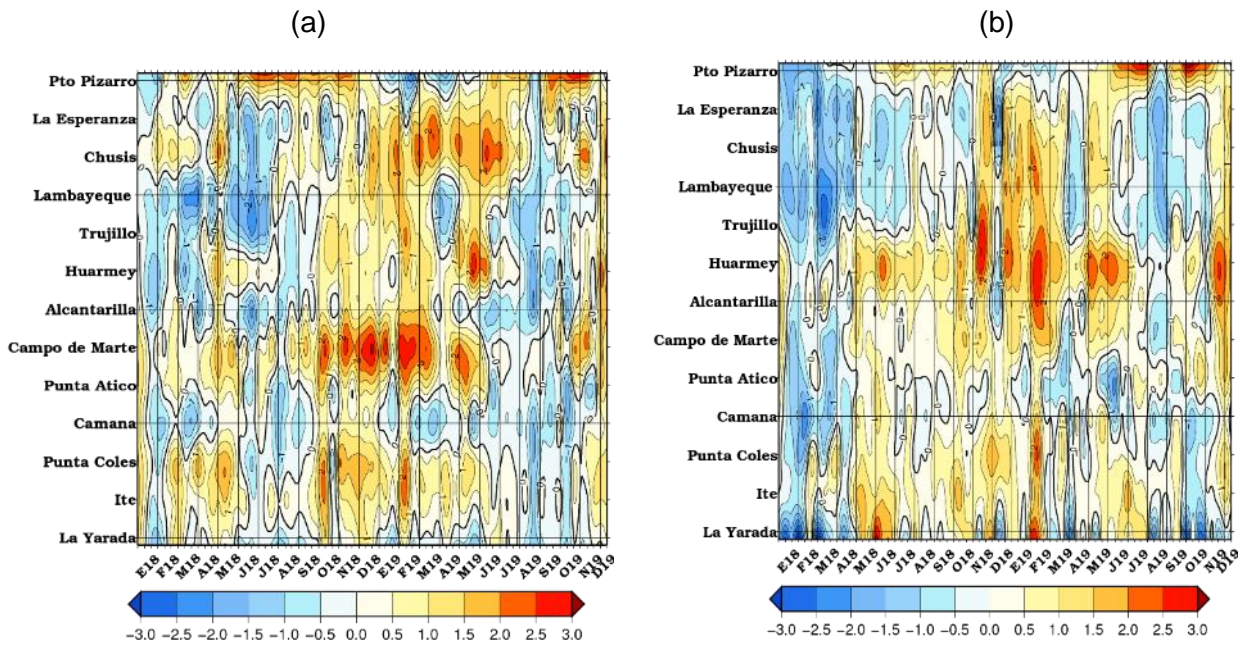


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire Tmax (a) y Tmin (b) para estaciones costeras a lo largo del litoral del Perú distribuidas desde el norte hacia el sur. Fuente: SPC/SENAMHI

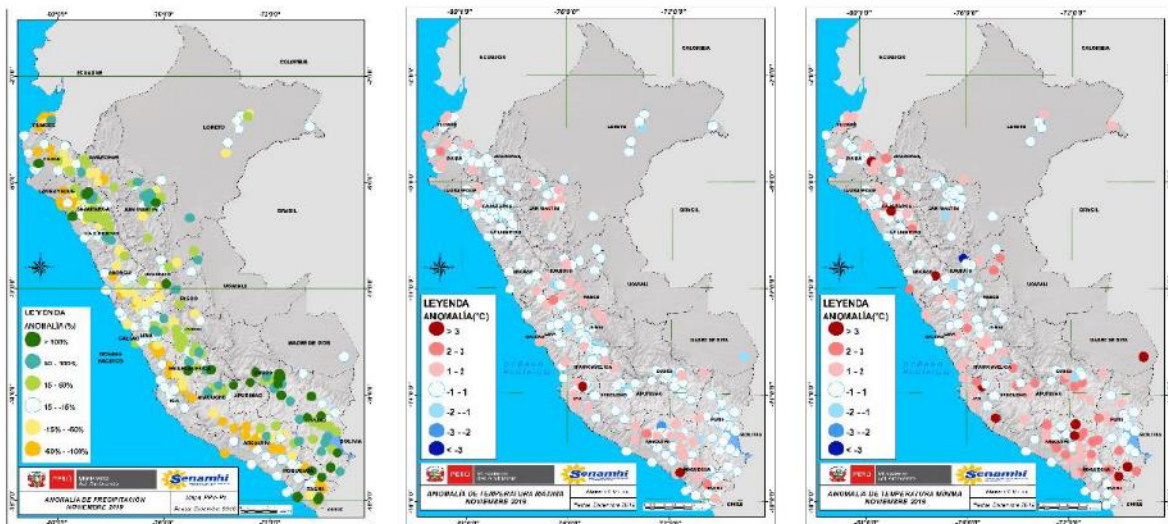


Figura 3.2.3.1. Mapa de anomalías térmicas y pluviométricas a nivel nacional para el mes de noviembre de 2019. Las anomalías porcentuales de la precipitación, temperatura máxima, y temperatura mínima se muestran en el panel izquierdo, central y la derecho, respectivamente. Fuente: SPC/SENAMHI.

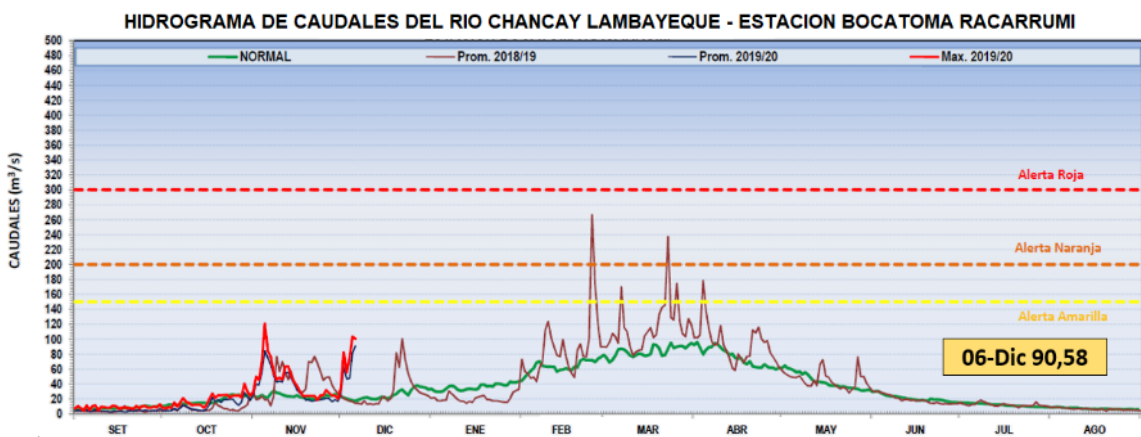
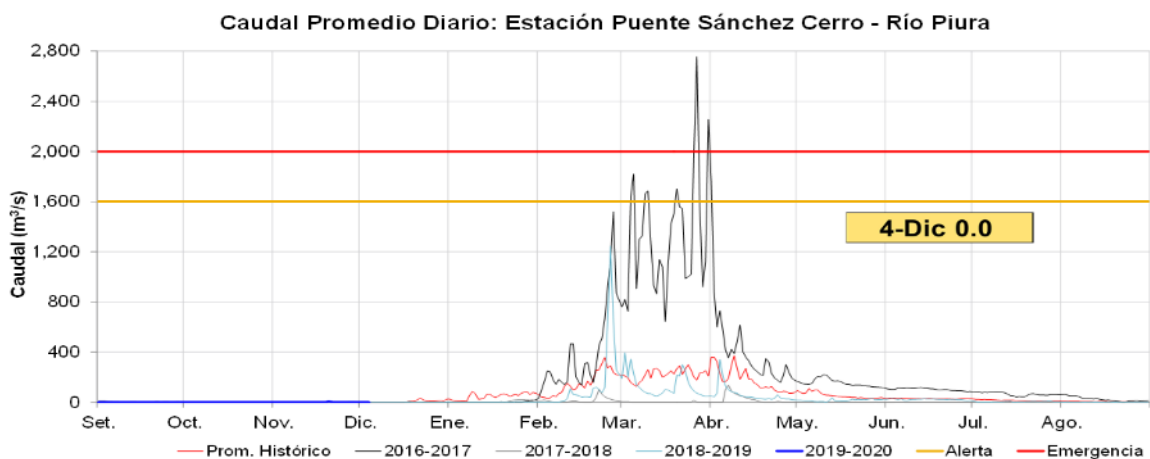
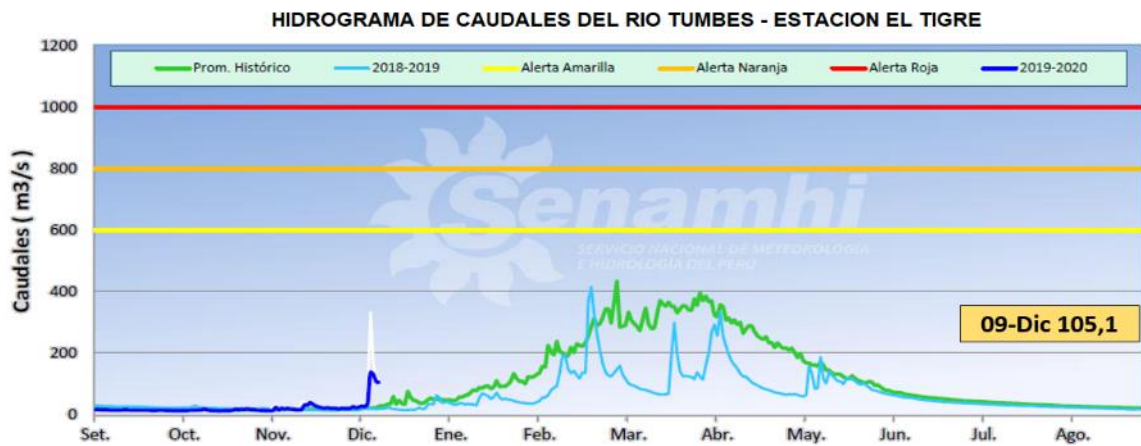


Figura 3.2.3.2 Caudales diarios (m^3/s) de los principales ríos del norte del Perú: Tumbes (panel superior), Piura (panel central) y Lambayeque (panel inferior), hasta los primeros días de diciembre de 2019. Las líneas azules indican caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: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

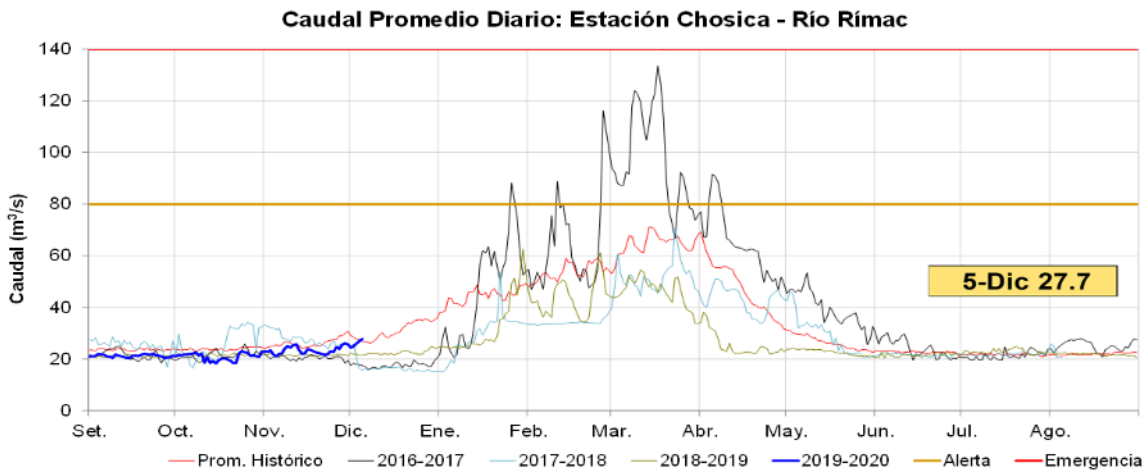
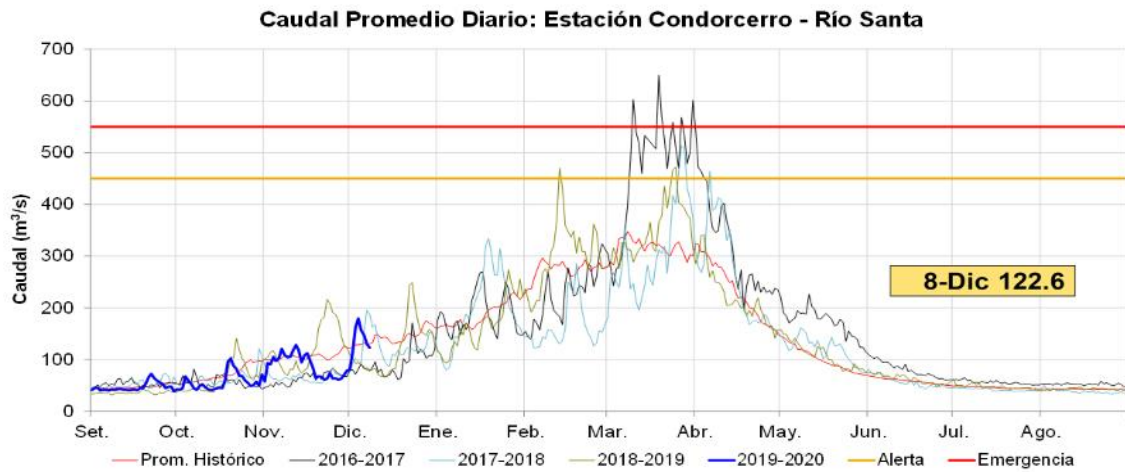


Figura 3.2.3.3 Caudales diarios (m^3/s) de principales ríos del centro del Perú: Santa (panel superior), Chillón (panel central) y Rímac (panel inferior), hasta los primeros días de diciembre de 2019. Líneas azules: caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años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

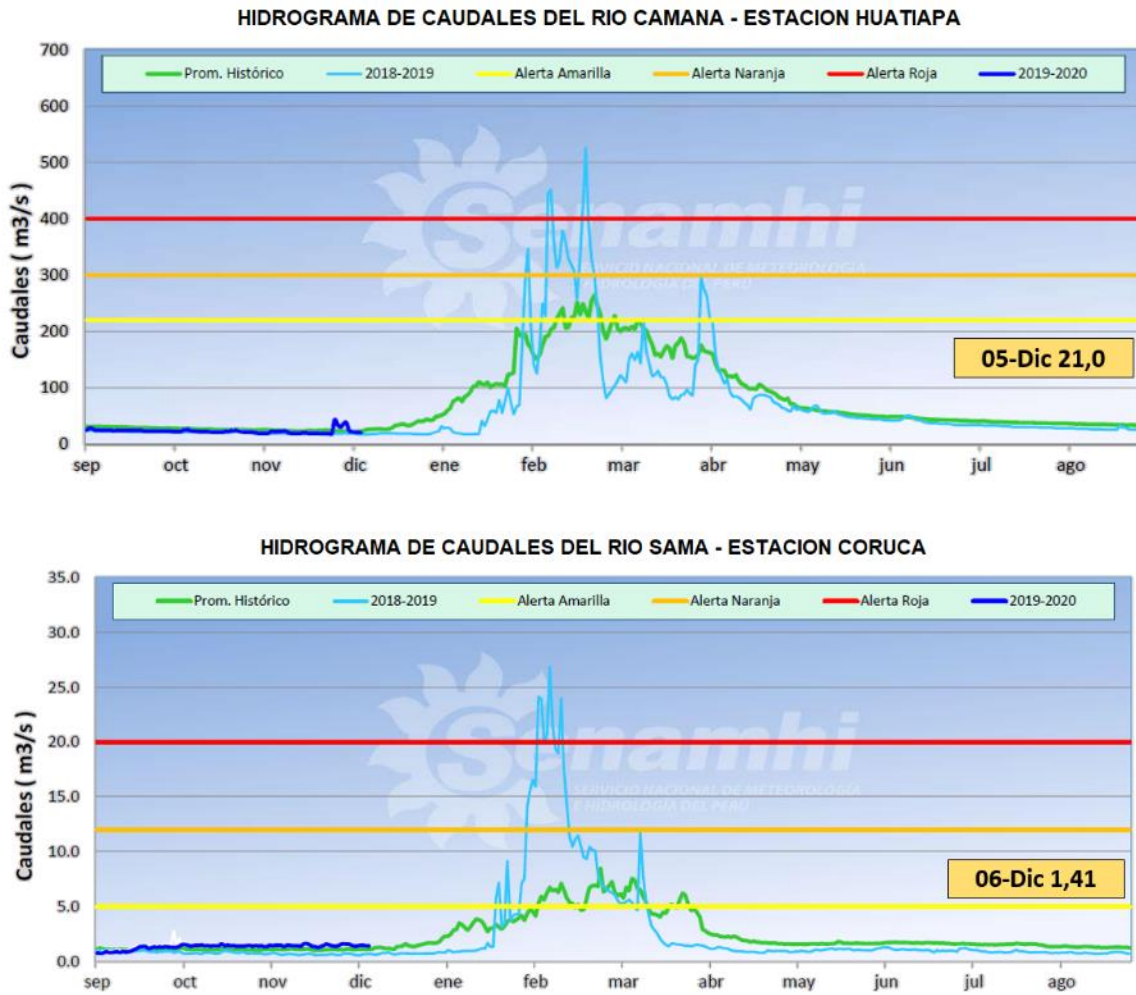
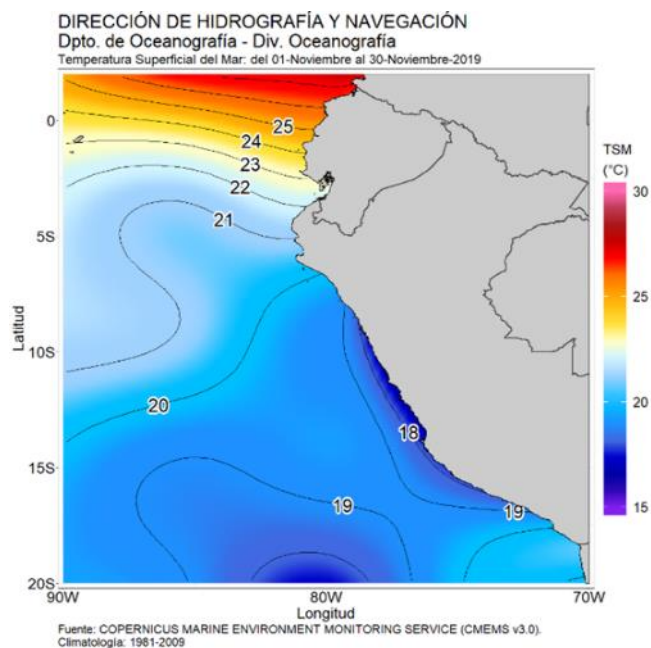


Figura 3.2.3.4 Caudales diarios (m^3/s) de principales ríos del sur del Perú: Camaná (panel superior) y Sama (panel inferior), hasta los primeros días de diciembre de 2019. Líneas azules: caudales de los años 2018-2019, rojas: Promedio histórico; celeste: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio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

a)



b)

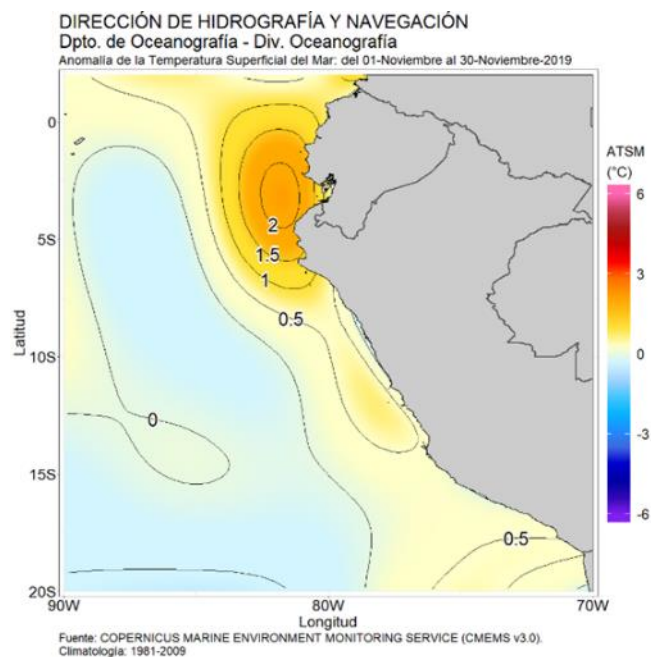


Figura 3.2.4.1. (a) TSM promedio para noviembre de 2019 y (b) anomalía, frente a la costa peruana y ecuatoriana. Climatología 1981 – 2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA, Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

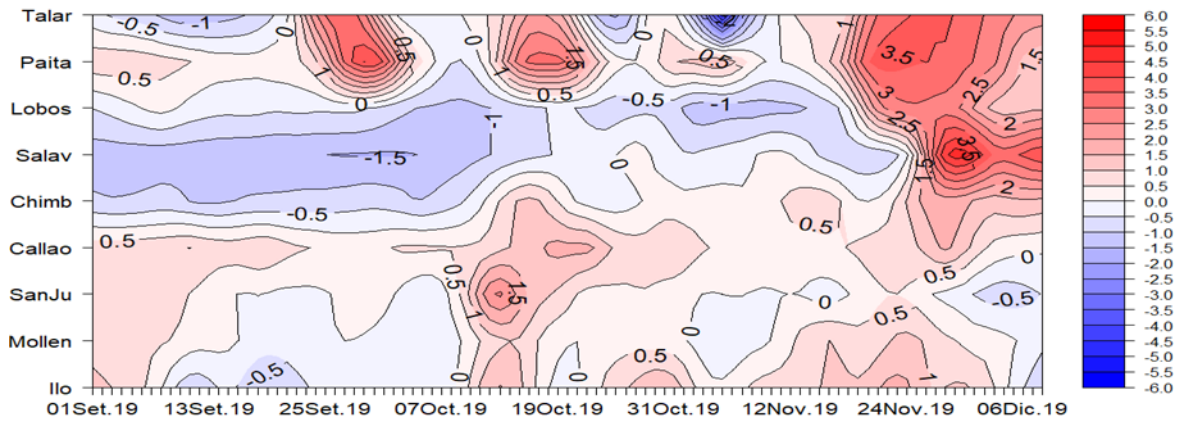


Figura 3.2.4.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el litoral de Perú. Desde julio hasta los primeros días de diciembre de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.

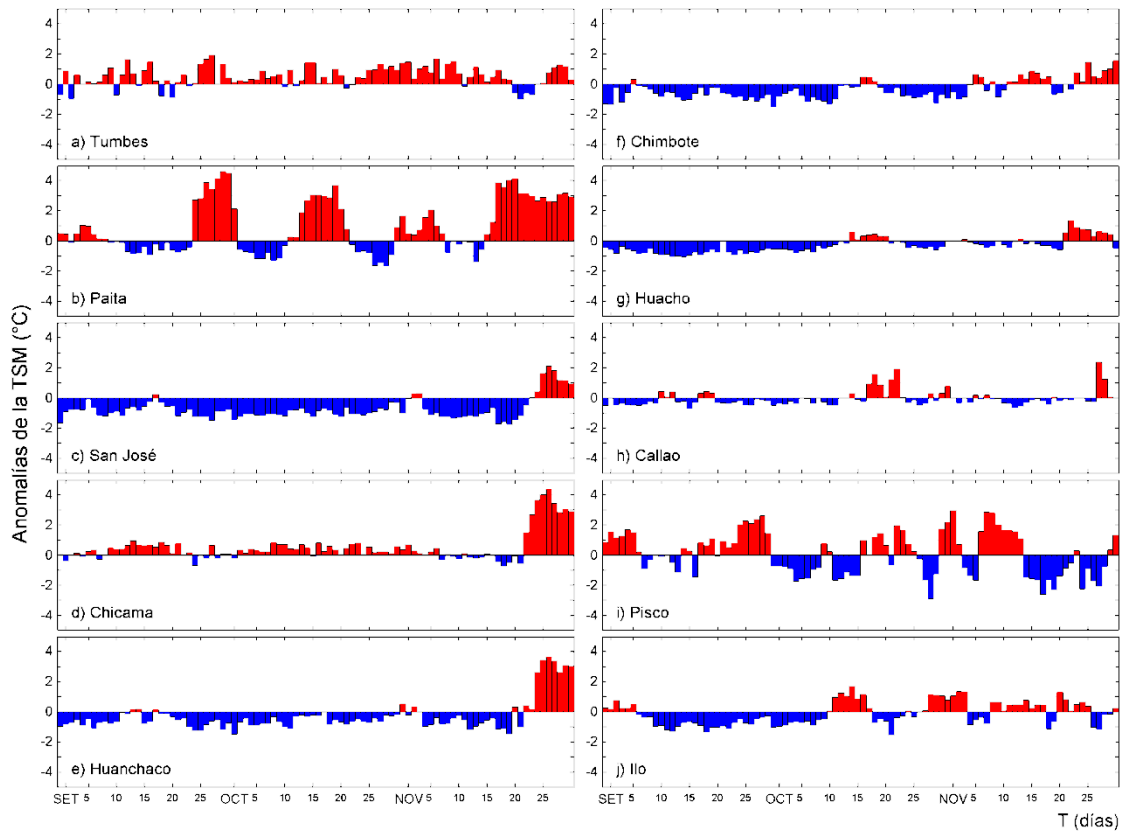


Figura 3.2.4.3. Series diarias de las anomalías de la TSM (°C) en la red de estaciones costeras del IMARPE durante el último trimestre. Datos y procesamiento: IMARPE.

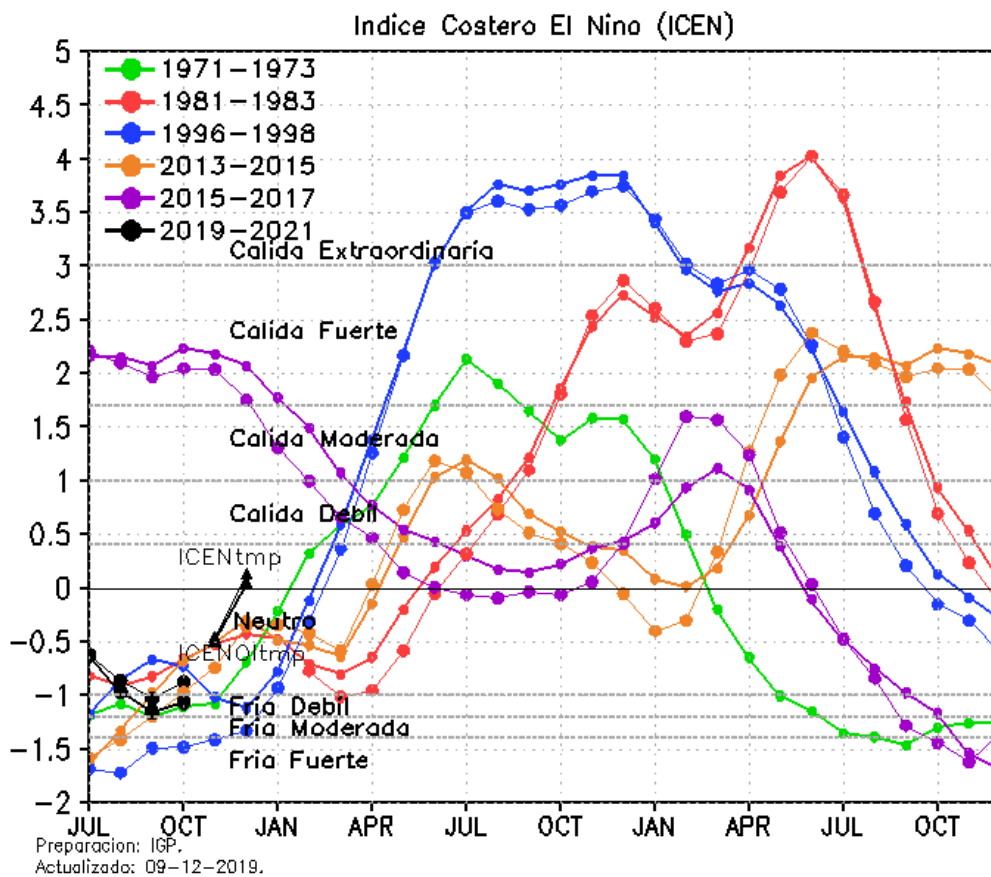


Figura 3.2.4.4 Variabilidad temporal del ICEN para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2017-2019 (negro). Fuente: IGP

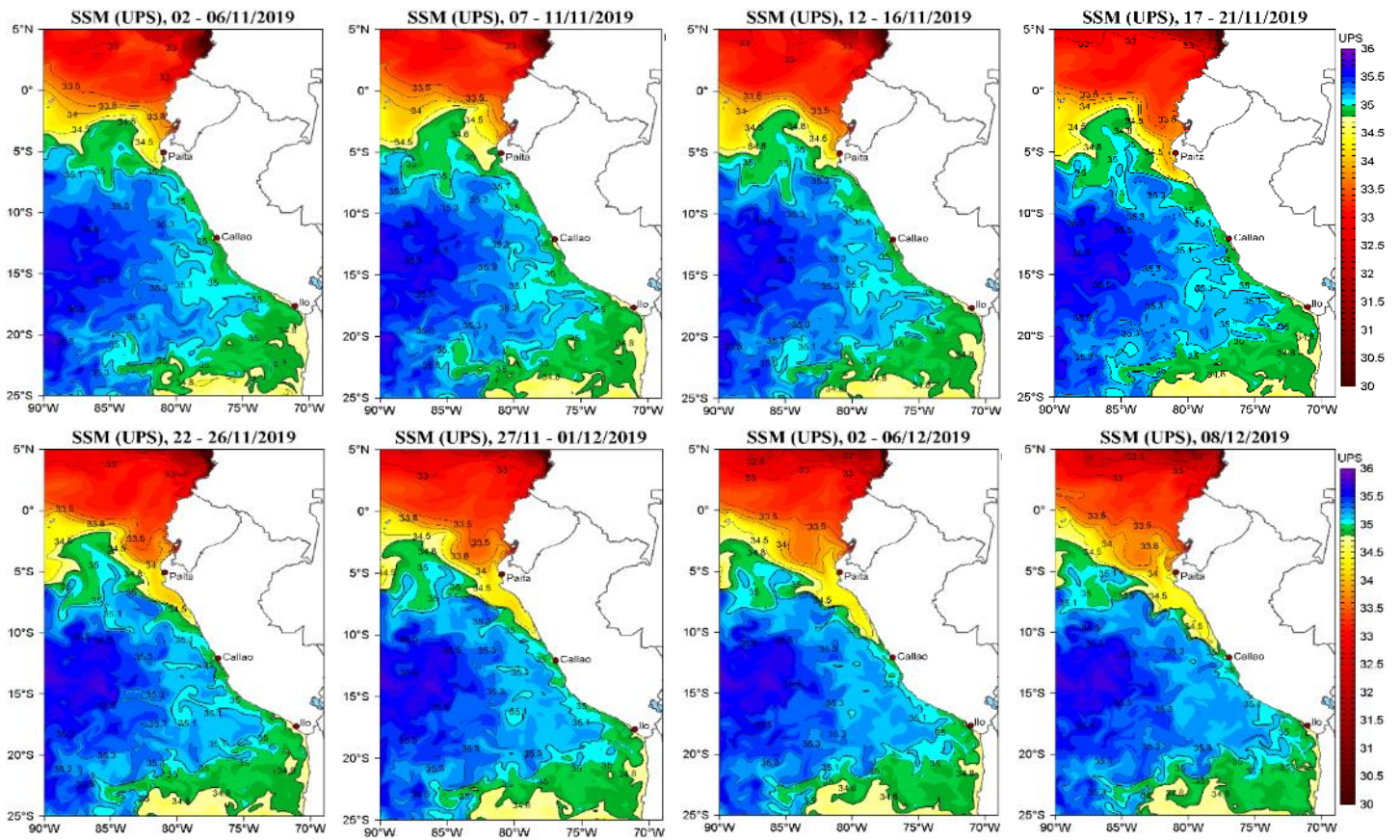


Figura 3.2.4.5. Distribución espacial de la salinidad superficial del mar (SSM), durante los días (de izquierda a derecha y de arriba a abajo) 06, 11, 16, 21, 26 del mes de noviembre y el 01, 06 y 08 de diciembre de 2019. Fuente: HYCOM, Procesamiento: DGIOCC-IMARPE.

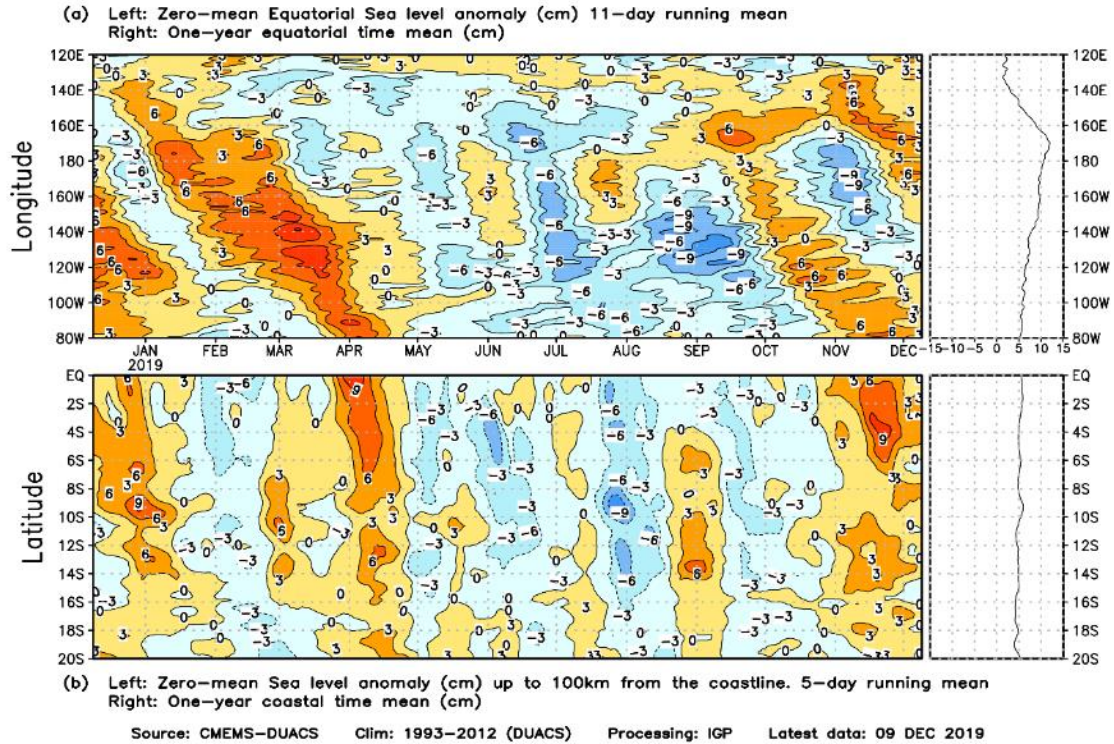


Figura 3.2.4.6. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

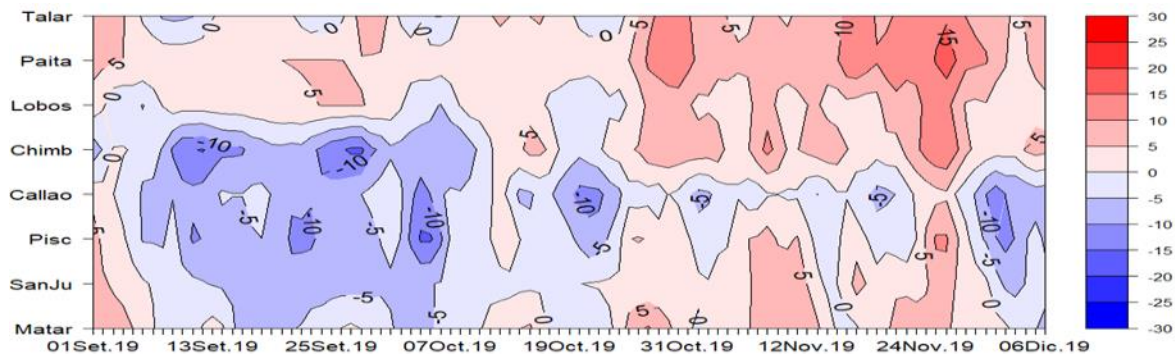


Figura 3.2.4.7. Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel medio del mar en el litoral de Perú. De setiembre hasta los primeros días de diciembre de 2019. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

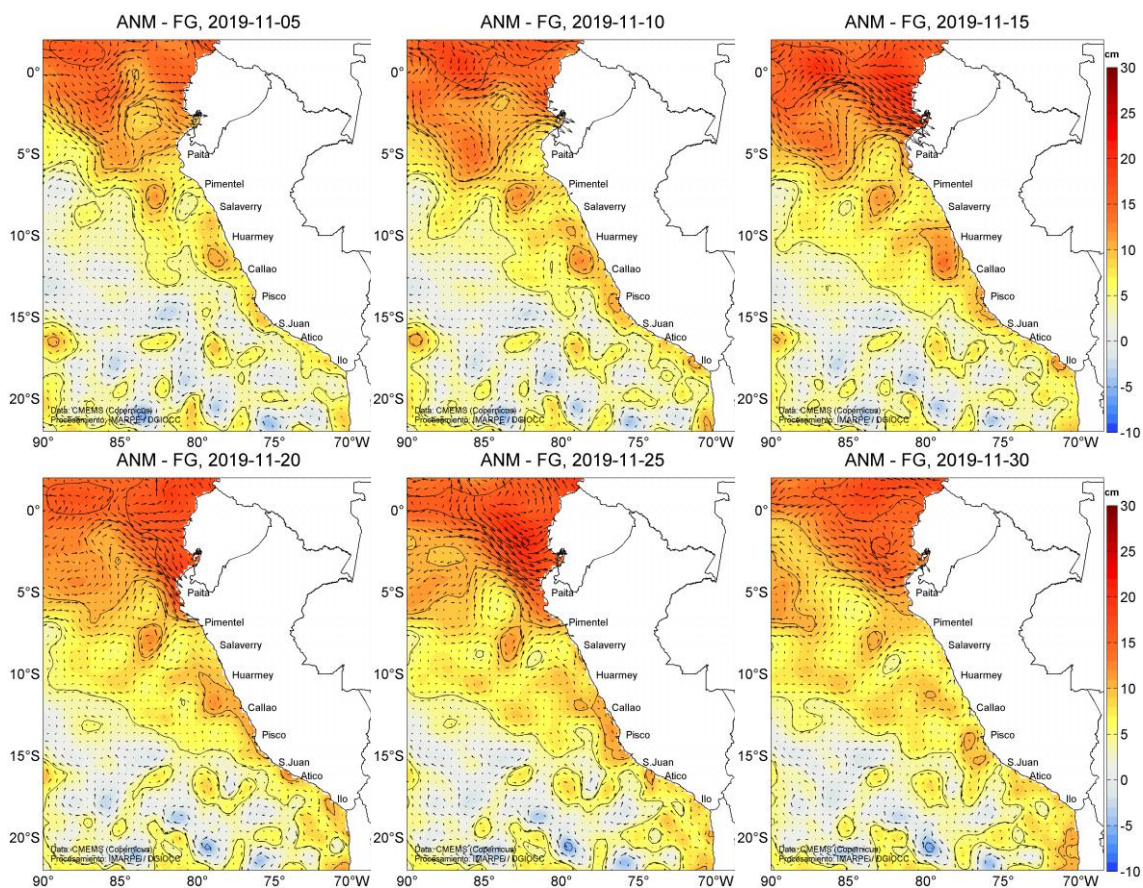


Figura 3.2.4.8. Anomalía de altura del nivel medio del mar (cm) y corrientes geostróficas, cada cinco días para todo el mes de noviembre de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.



Figura 3.2.4.9. Variación temporal de la ANMM, dentro de las 60 mn de la costa y en la zona de Galápagos, durante un año hasta el 30 de noviembre de 2019. Fuente: CMEMS, Procesamiento: IMARPE.

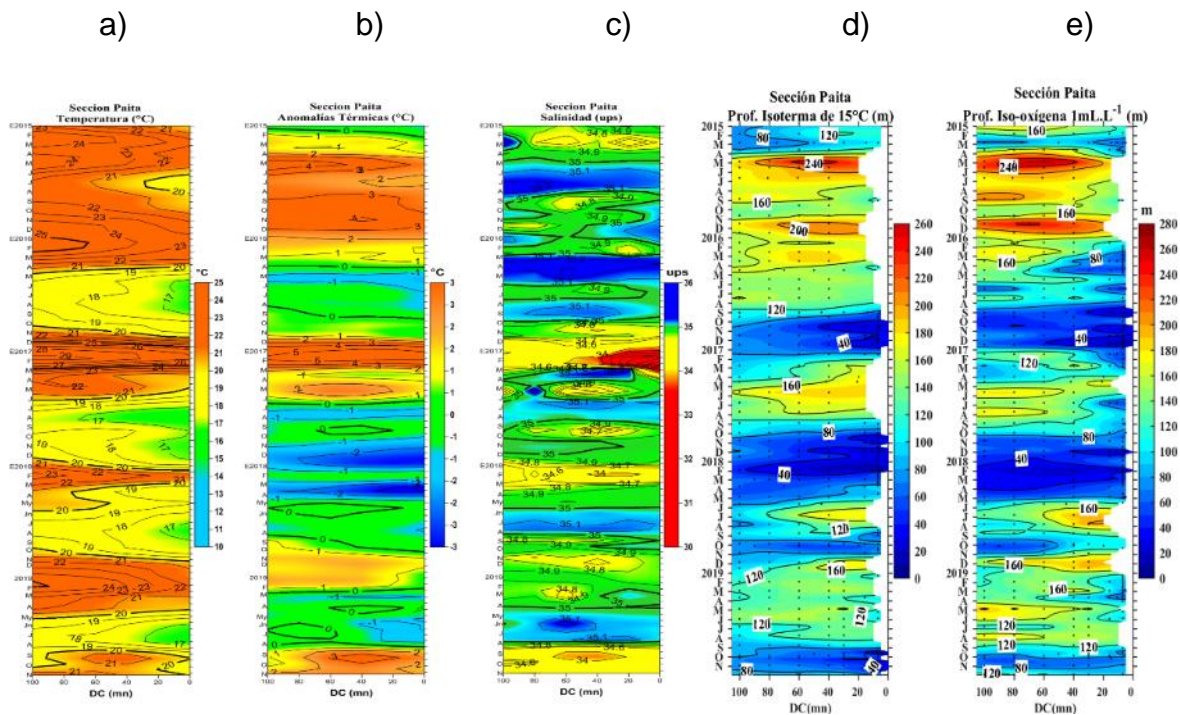


Figura 3.2.5.1. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) ASSM, y e) Profundidad de la iso-oxigena de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Paita, registrado desde enero del 2015 hasta noviembre de 2019.

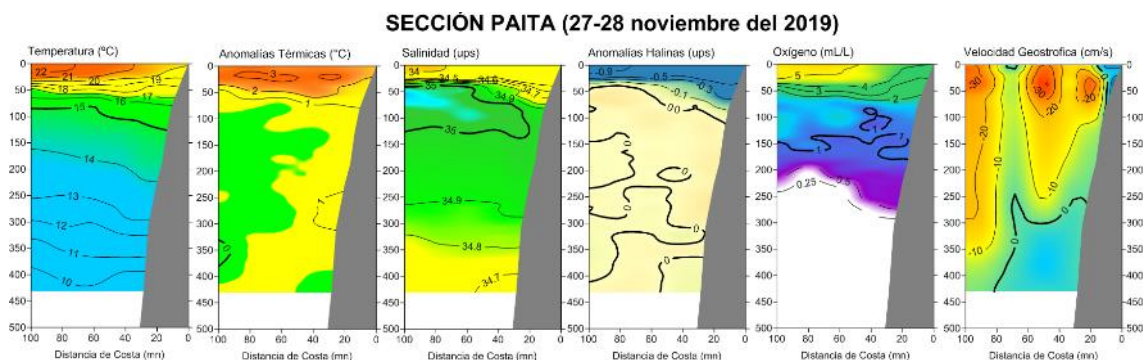


Figura 3.2.5.2. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups), e) oxígeno (mL.L⁻¹) y f) velocidad geostrofica (cm/s) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de noviembre de 2019. Fuente: IMARPE.

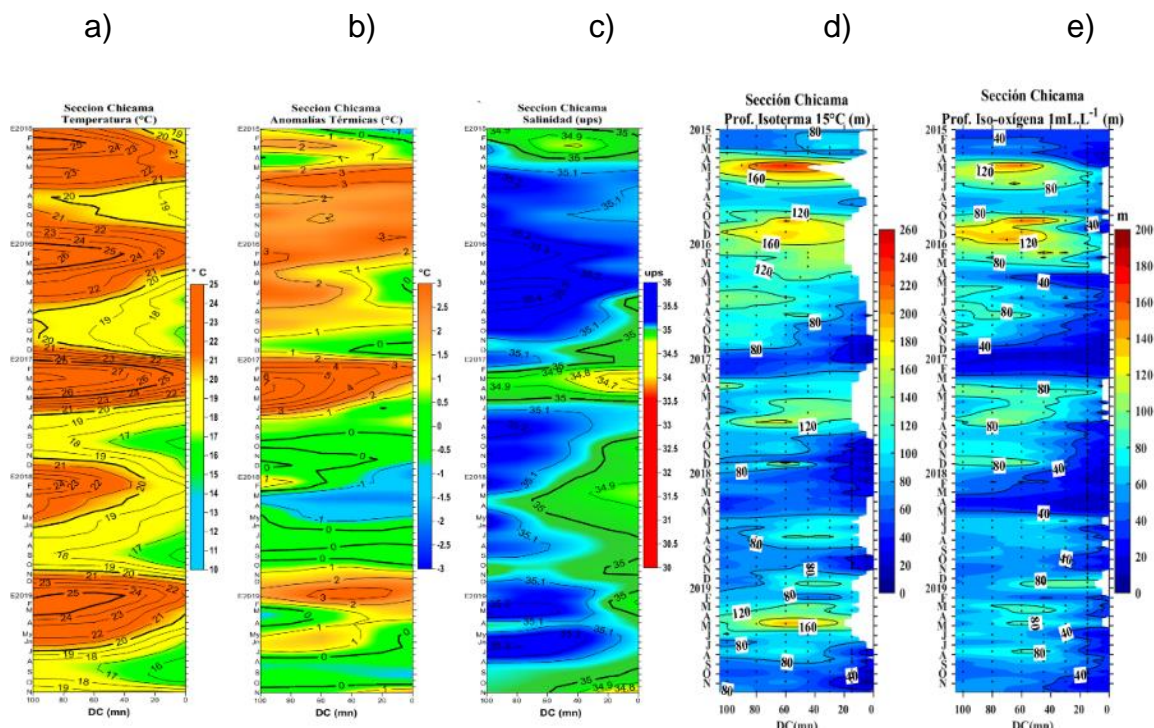


Figura 3.2.5.3. Diagrama Hovmöller de a) TSM, b) ATSM, c) SSM, d) profundidad de la isoterma de 15 °C (m) y e) Profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL.L⁻¹ (m) de las secciones verticales frente a Chicama, registrado desde enero del 2015 hasta noviembre de 2019.

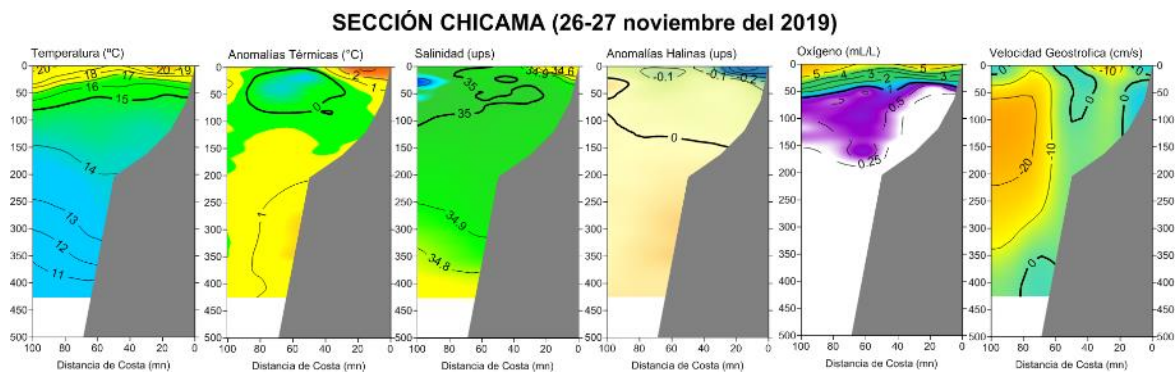


Figura 3.2.5.4. Distribución vertical de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalia de temperatura superficial del mar (°C), c) Salinidad superficial del mar (ups), d) Anomalia de salinidad superficial del mar (ups), e) Oxígeno (mL.L⁻¹) y f) Velocidad geostrofica (cm/s) frente a Chicama, realizada durante el 26 y 27 de noviembre de 2019. Fuente: IMARPE.

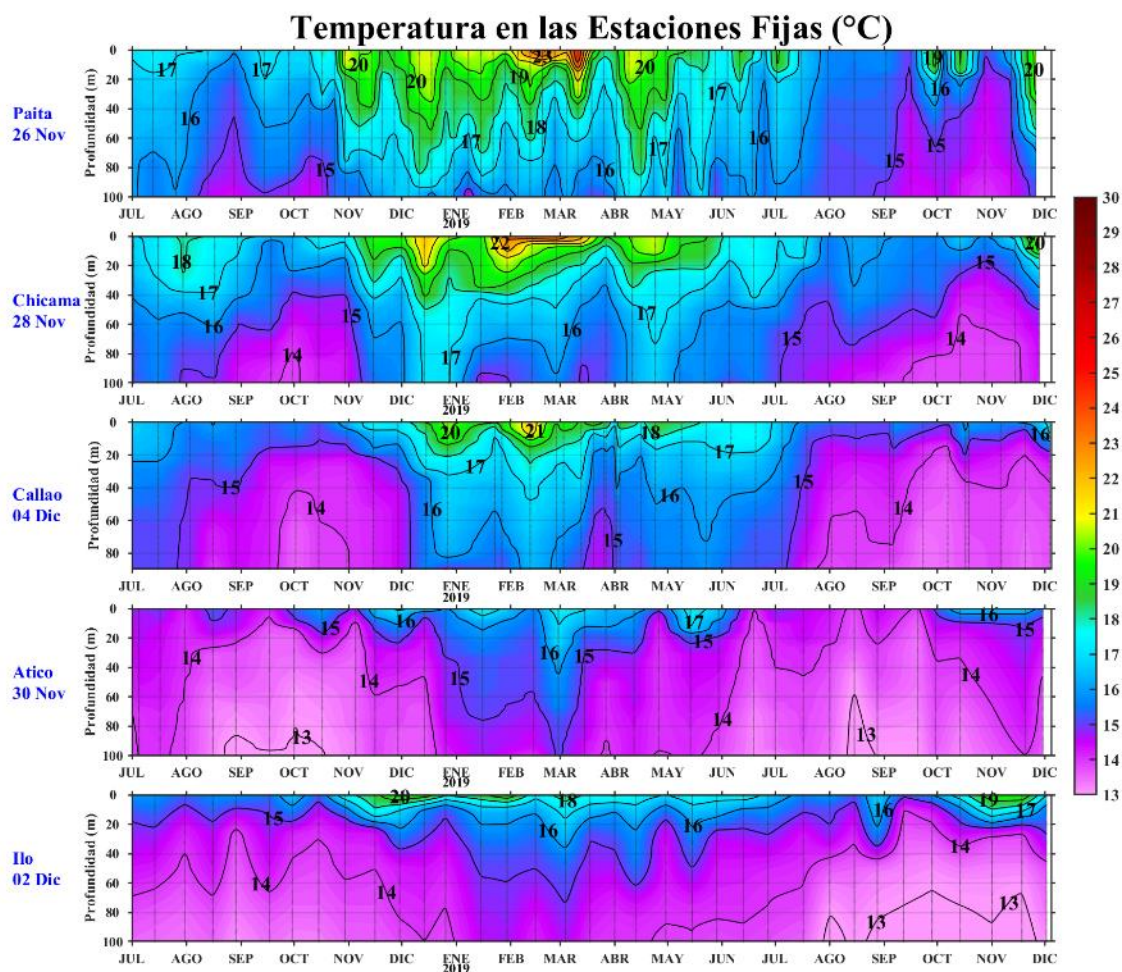


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo, de enero de 2018 a noviembre de 2019, de la estructura térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

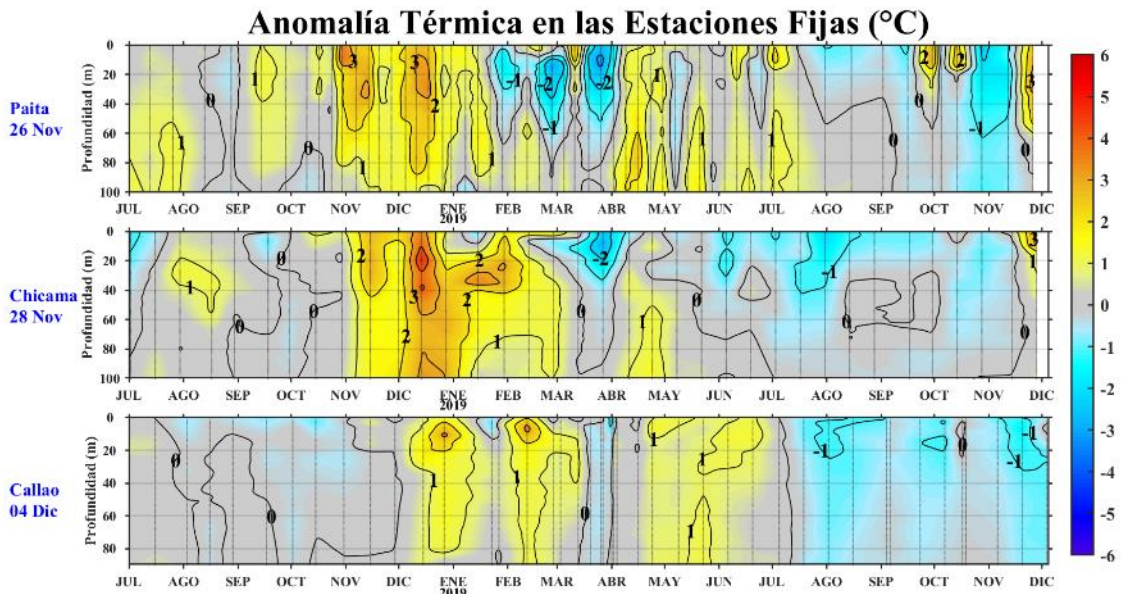


Figura 3.2.5.6. Series de tiempo, de enero de 2018 a noviembre-diciembre de 2019, de la anomalía térmica vertical (°C) en las Estaciones Fijas de: Paíta, Chicama y Callao.

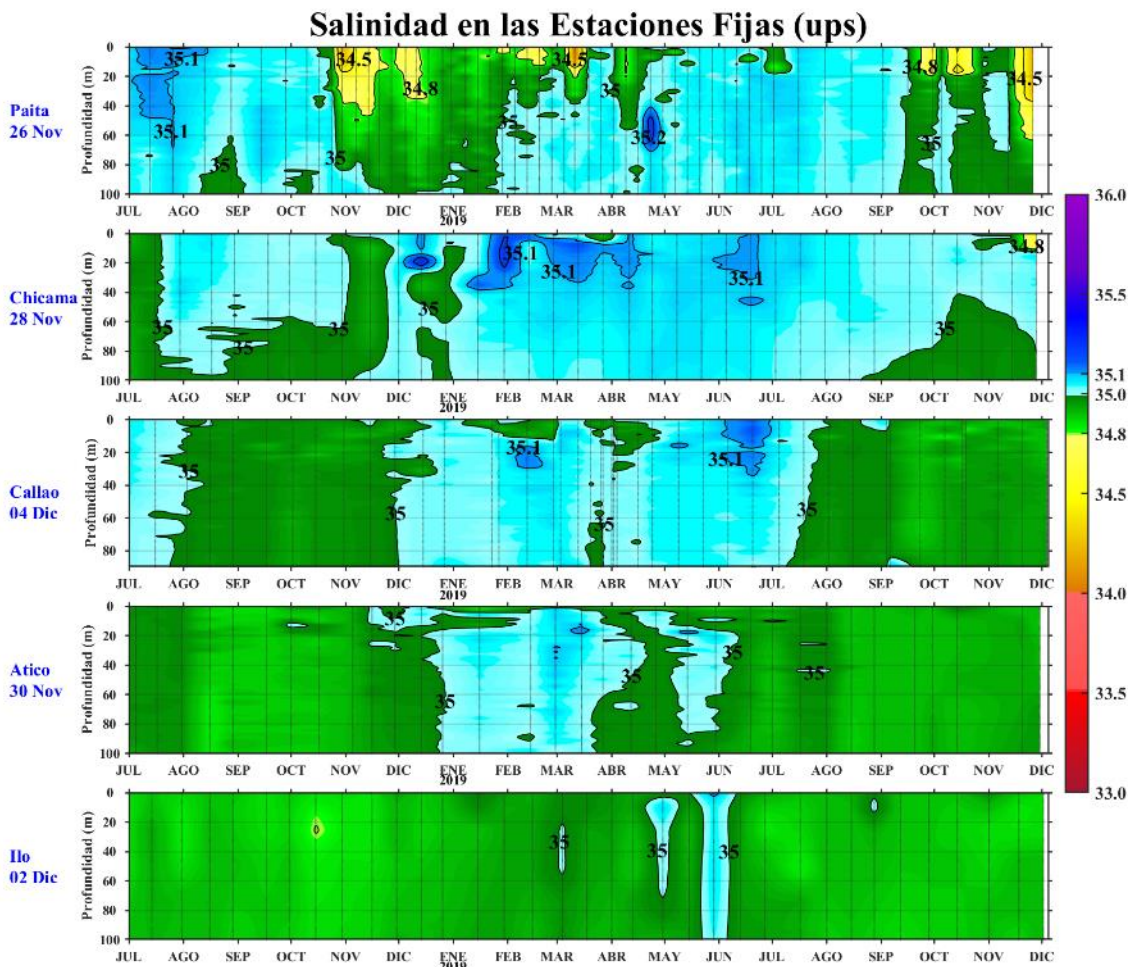


Figura 3.2.5.7. Series de tiempo, de enero de 2018 a noviembre de 2019, de la salinidad del agua de mar (ups) en las Estaciones Fijas de: Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

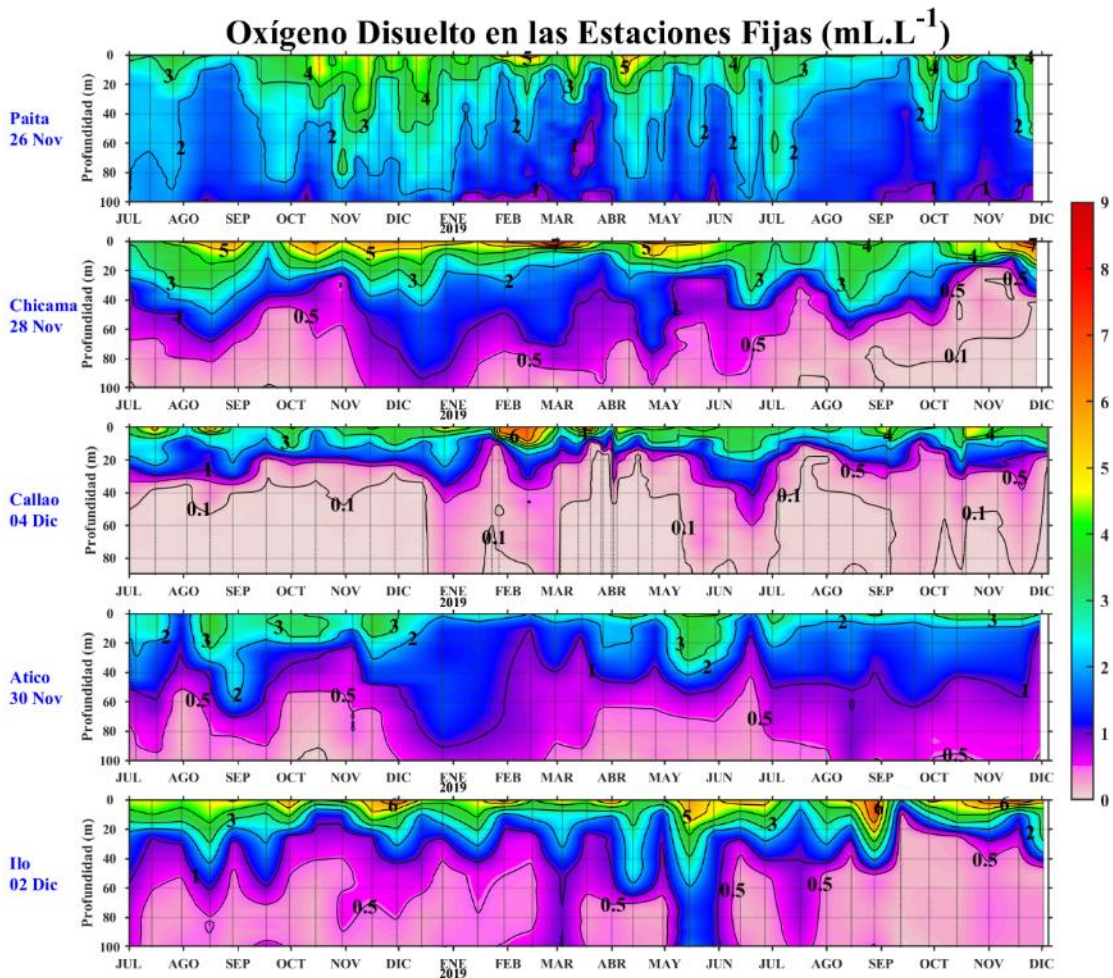


Figura 3.2.5.8. Series de tiempo, de enero de 2018 a noviembre-diciembre de 2019, de la concentración de oxígeno disuelto (mL.L⁻¹) en las Estaciones Fijas de Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo.

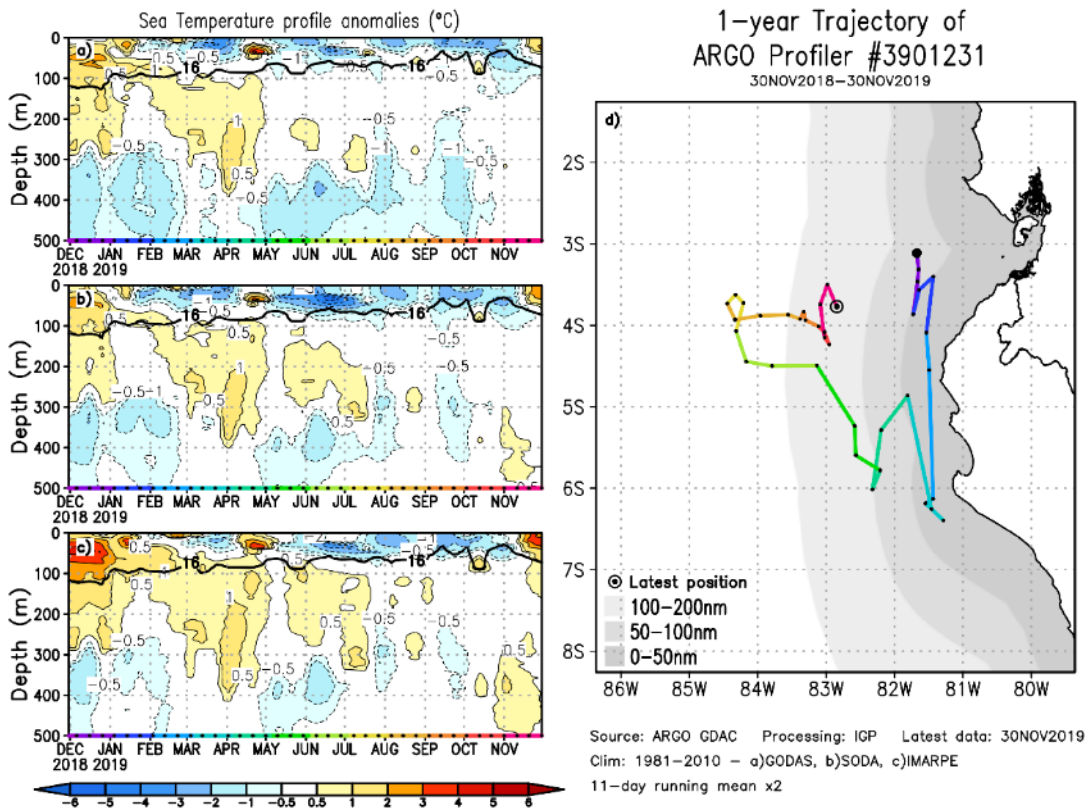


Figura 3.2.5.9. (Izquierda) Perfiles verticales de anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. (Derecha) Trayectoria del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

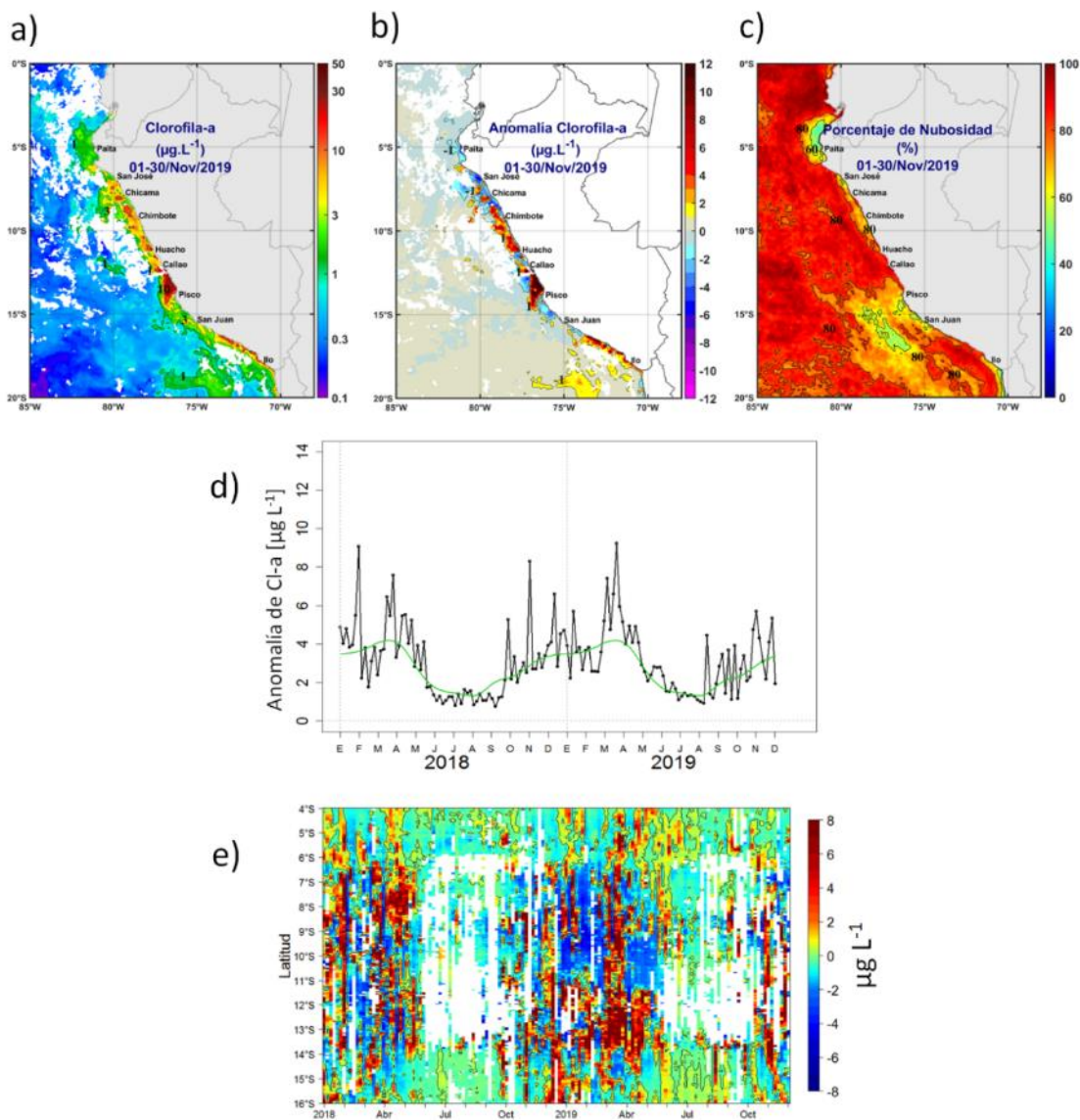


Figura 3.2.6.1. Mapa de la concentración (a) y anomalía (b) de la clorofila-a obtenida del satélite MODIS-AQUA, VIIRS-SNPP durante noviembre de 2019. Número de días con nubes en (c). Serie de tiempo (d) para 4 °S-16 °S y dentro de los 100 km de la costa, de las concentraciones de clorofila-a satelital (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.

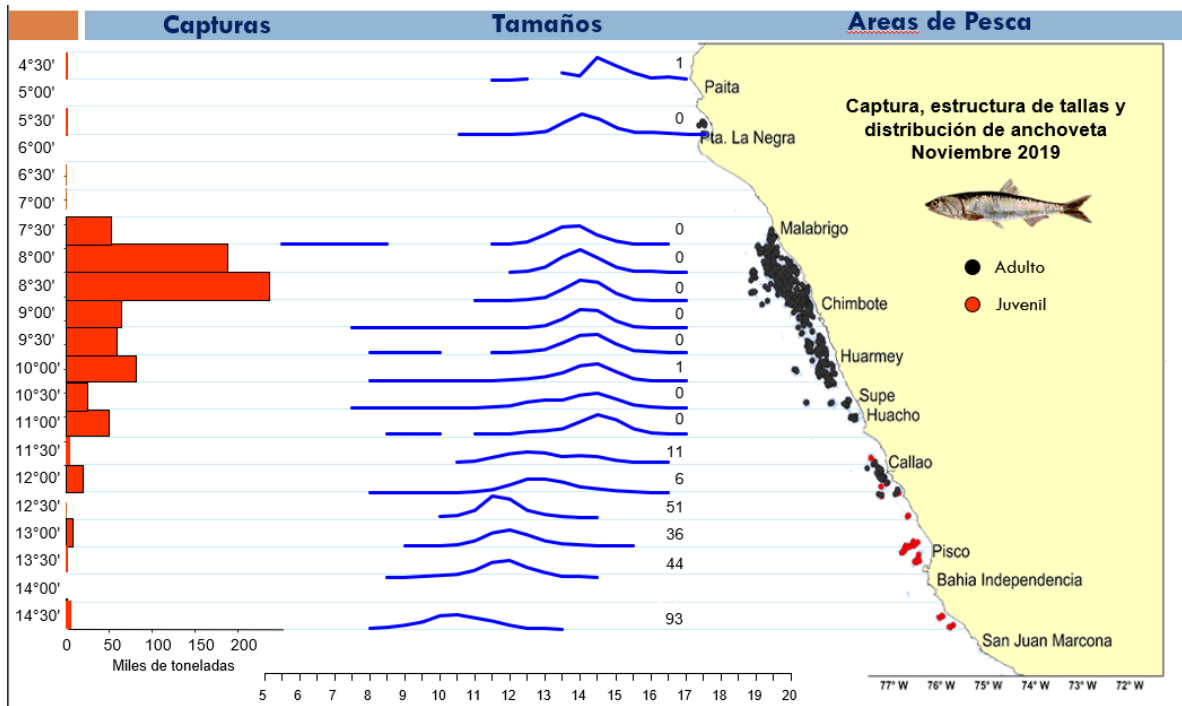


Figura 3.2.7.1. Distribución de la cantidad, tamaño y captura de anchoveta durante la segunda temporada de pesca región Norte-Centro de 2019. Fuente: PBP/ADPERP/DGIRP/IMARPE.

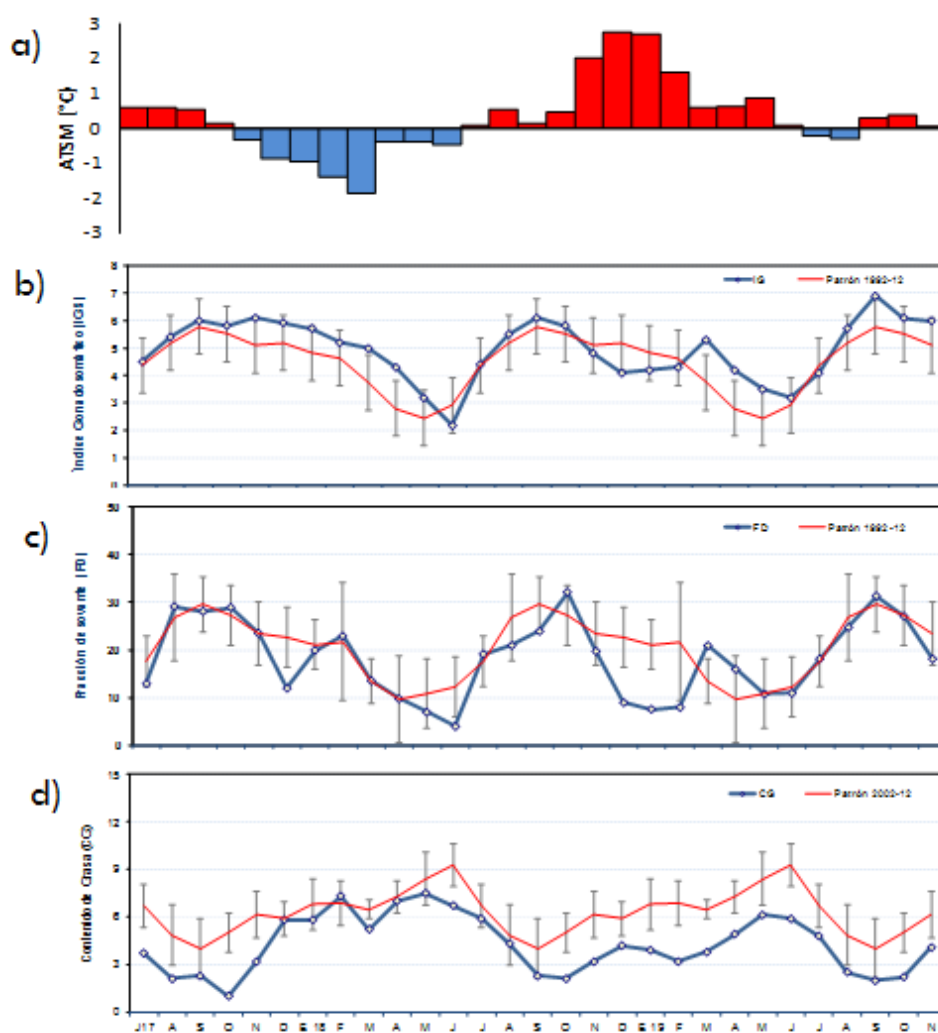


Figura 3.2.7.2. a) Anomalia de la TSM ($^{\circ}\text{C}$) en Chicama. Indicadores reproductivos: b) Índice Gonadosomático (IG), c) Fracción Desovante (FD) y d) contenido graso del stock norte–centro del recurso anchoveta. Serie mensual: julio 2017 – noviembre 2019. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

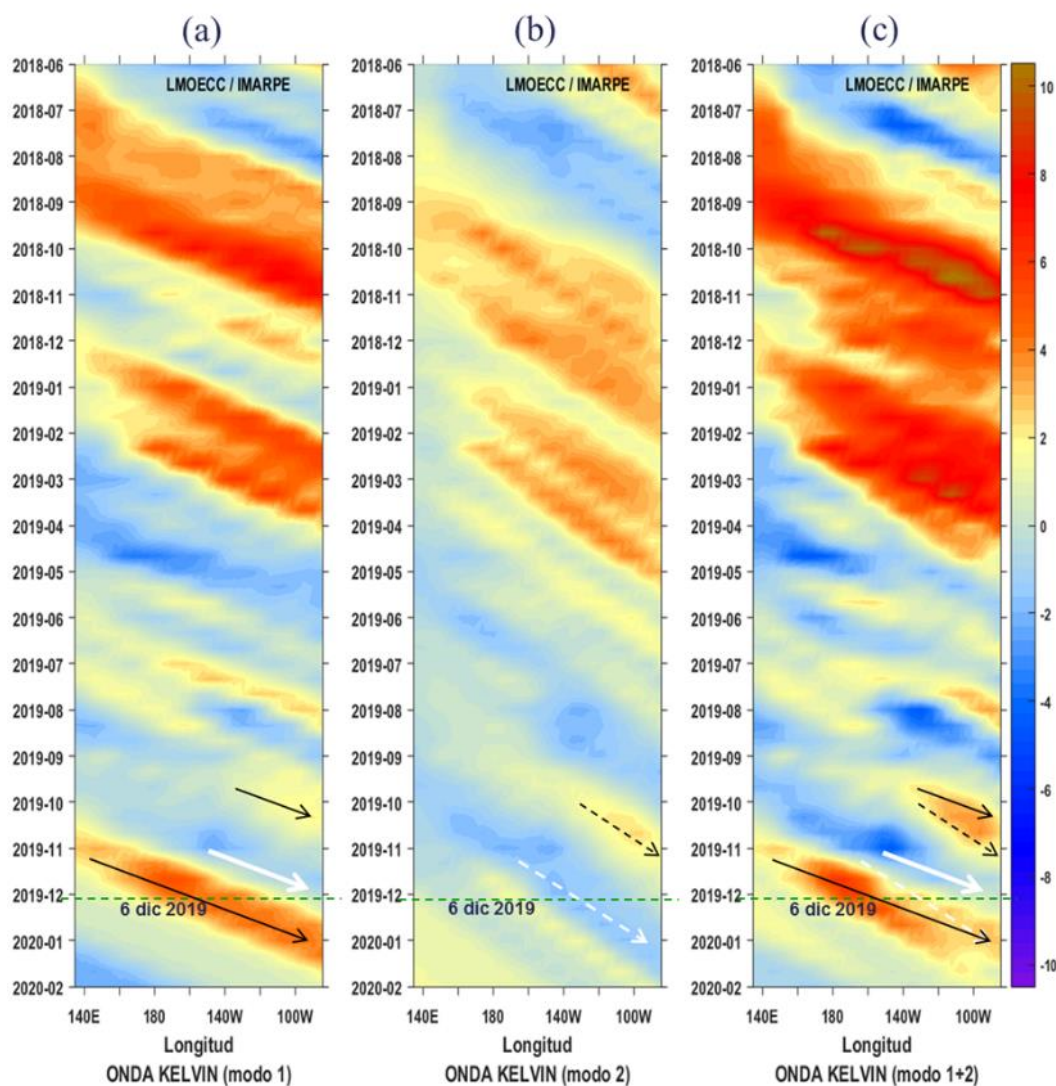


Figura 4.2.1. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento.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

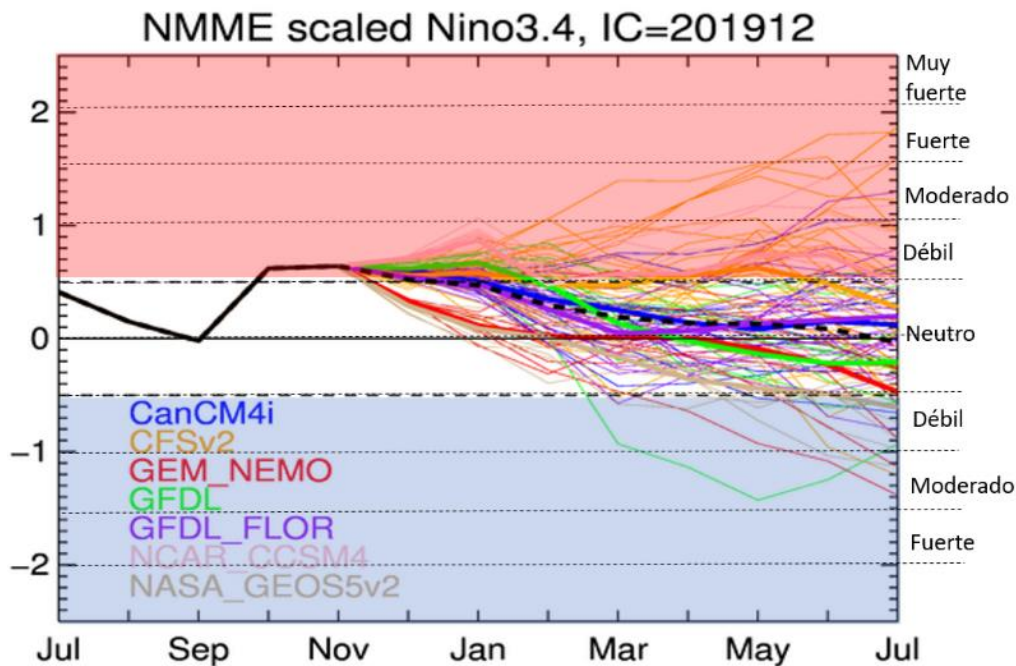


Figura 4.2.2. Índice Niño 3.4 mensual observado (línea negra continua) y pronosticado por los modelos de NMME. Los pronósticos de los modelos numéricos son indicados con líneas de distinto color mientras que el promedio de estos se grafica con una línea negra entrecortada. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

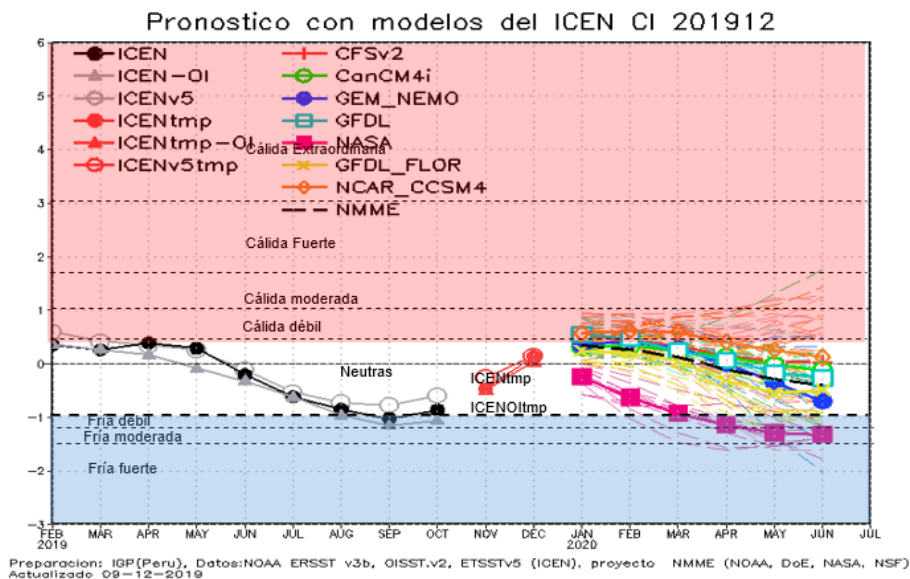


Figura 4.2.3. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos y triángulos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, línea roja con círculo y triángulo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de la TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos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

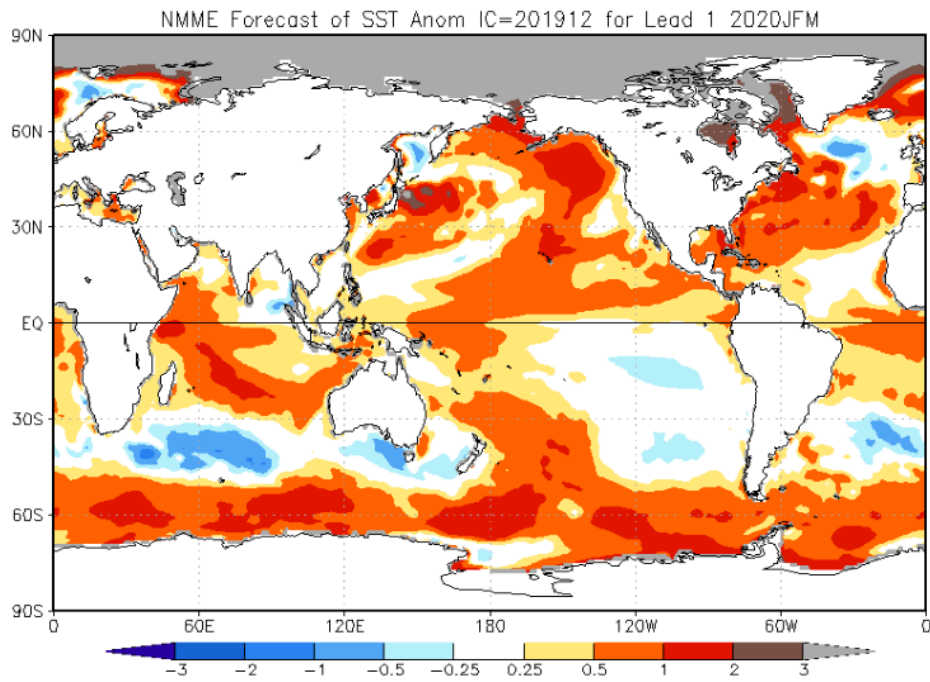


Figura 4.2.4. Pronóstico probabilístico de la anomalía de la TSM (calibrados) para enero-marzo del 2020 por el promedio de los modelos de NMME inicializados en diciembre de 2019. Fuente: NMME.

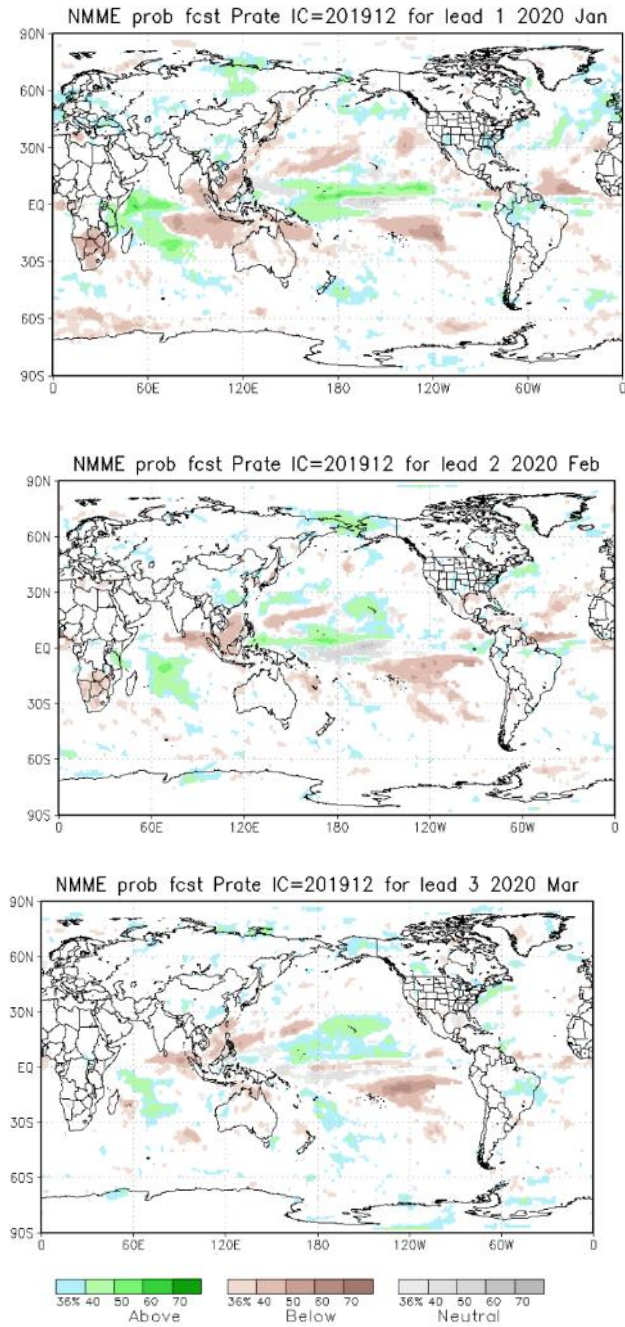


Figura 4.2.5 Pronóstico probabilístico de precipitación (calibrados) para el trimestre enero- marzo de 2020 por modelos de NMME, inicializado en diciembre de 2019. Fuente: NMME.

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 febrero a octubre de 2019, así como sus valores temporales para noviembre y diciembre de 2019. Fuente IGP.

Valores del Índice Costero El Niño							ONI	
Mes	ICEN v3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICEN v5	Categoría	ONI	Categoría
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
06/2019	-0.21	Neutro	-0.33	Neutro	-0.12	Neutro	0.54	C. Débil
07/2019	-0.62	Neutro	-0.63	Neutro	-0.54	Neutro	0.32	Neutro
08/2019	-0.86	Neutro	-0.97	Neutro	-0.73	Neutro	0.10	Neutro
09/2019	-1.03	Fría Débil	-1.16	Fría Débil	-0.78	Neutro	0.14	Neutro
10/2019	-0.87	Neutro	-1.07	Fría Débil	-0.60	Neutro	0.30	Neutro
Mes	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
11/2019	-0.47	Neutro	-0.50	Neutro	-0.26	Neutro	0.51	C. Débil
12/2019	0.13	Neutro	0.03	Neutro	0.14	Neutro	0.51	C. Débil

Tabla 3.2.4.2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y del nivel medio del mar (cm) en el periodo que va de agosto hasta noviembre de 2019. Fuente:

Estación	ATSM 2019				ANMM 2019			
	Ago	Set	Oct	Nov	Ago	Set	Oct	Nov
Talara	-0.6	-0.2	0.2	1.4	1.0	1.0	2.2	8.8
Paita	0.1	1.1	1.2	1.8	2.0	-	9.0	10.3
Isla Lobos de Afuera	-1.0	-0.3	-0.8	0.1	1.0	-	0.6	5.3
Salaverry	0.3	-	-0.2	0.4	-	-	-	-
Chimbote	-0.7	-0.9	-0.1	0.6	-8.0	-8.0	-0.1	6.7
Callao	0.2	0.7	1.0	0.6	-5.0	-6.0	-5.1	-2.5
San Juan	0.3	0.4	0.7	0.1	-	-	-	-
Mollendo	0.4	0.2	0.2	0.4	-2.0	-1.0	0.2	4.4
Ilo	0.2	-0.2	0.4	0.9	-	-	-	-

Estaciones costeras – DHN.

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).

Modelo	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2		0.51	0.46	0.46	0.49	0.54	0.54	0.43
CanCM4i		0.60	0.56	0.51	0.42	0.30	0.23	0.20
GEM_NEMO		0.34	0.14	0.03	0.00	-0.05	-0.15	-0.34
GFDL		0.64	0.62	0.48	0.23	-0.02	-0.21	-0.32
NASA		0.32	0.11	-0.11	-0.39	-0.67	-0.82	-0.83
GFDL_FLOR		0.54	0.42	0.26	0.12	0.09	0.15	0.21
NCAR_CCSM4		0.63	0.66	0.65	0.63	0.67	0.74	0.70
NMME		0.51	0.42	0.33	0.21	0.12	0.07	0.01
ONItmp	0.51							

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	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2		0.28	0.56	0.44	0.35	0.15	0.05	0.02
CanCM4i		0.08	0.31	0.34	0.25	0.13	-0.03	-0.12
GEM_NEMO		0.11	0.35	0.42	0.29	0.01	-0.34	-0.70
GFDL		0.33	0.55	0.47	0.24	0.07	-0.16	-0.26
NASA		-0.15	-0.24	-0.63	-0.92	-1.14	-1.29	-1.32
GFDL_FLOR		0.07	0.24	0.20	0.05	-0.32	-0.54	-0.50
NCAR_CCSM4		0.20	0.57	0.62	0.60	0.40	0.25	0.12
NMME		0.13	0.33	0.27	0.12	-0.10	-0.29	-0.39
ICENtmp	-0.47							

Tabla 4.2.3. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central en el verano diciembre 2019 – marzo 2020.

Magnitud del evento diciembre 2019 - marzo 2020	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño moderado	2%
El Niño débil	21%
Neutro	70%
La Niña débil	7%

Tabla 4.2.4. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental en el verano diciembre 2019 – marzo 2020.

Magnitud del evento diciembre 2019 - marzo 2020	Probabilidad de ocurrencia
El Niño moderado	2%
El Niño débil	23%
Neutro	69%
La Niña débil	6%