COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 2 N°5

Mayo de 2016

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:
"Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres"
Producto: Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño

Autor: Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen)

Comité Multisectorial Enfen

Presidente:
Calm. (r) Germán A. Vásquez Solís Talavera
Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (Imarpe)
Vice-Presidente:
Dr. Ronald Woodman Pollitt
Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)
Ing. Amelia Díaz Pabló
Presidente Ejecutiva, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
Calm. Rodolfo Sablich Luna-Victoria
Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN)
Ing. Juan Carlos Sevilla Gildemeister
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)
Gral. de Div (R) Alfredo Murgueytio Espinoza
Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Comité Técnico Enfen

Coordinador: Dimitri Alexey Gutiérrez Aguilar
IMARPE: Marilú Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Cecilia Peña, Octavio Morón,
DHN: Gustavo Laos, Rina Gabriel, Roberto Chauca.
SENAMHI: Grinia Avalos, Christian Barreto, Nelson Quispe.
IGP: Ken Takahashi, Kobi Mosquera.
ANA: Gustavo Galindo, Carlos Verano
INDECI: Marcial García Blásquez, Elmer Terrones

Año: 2

Redacción del informe: Comité Técnico Enfen
Edición y Producción: L. 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:
Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). 2016.
Informe Técnico Enfen. Año 2, N° 5, mayo de 2016**, 49 p.**

El Informe Técnico Enfen de mayo 2016 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web en las páginas electrónicas de las instituciones que conforman el Comité. De tener inconvenientes para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica Enfen a la dirección electrónica st_enfen@imarpe.gob.pe.

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

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, mayo 2016

[illegible] de los impactos de El Niño-Oscila[illegible]
[illegible] meteorológicas, oceanográfi[illegible] pesqueras e
hidrológicas del mes de **mayo de 20**[illegible] y las perspectivas
de [illegible]

ANA Autoridad Nacional del Agua

Senamhi

IGP

INDECI INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

PRESENTACIÓN

Calm (r) Germán Vásquez Solís Talavera
Presidente del Comité Multisectorial Enfen
Presidente del Consejo Directivo del Imarpe

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, con 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 Instituto del Mar del Perú (Imarpe), institución que preside el Comité.

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo ahora con la participación de algunas instituciones del Comité Enfen en el Programa Presupuestal por Resultados N°068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. Su producto denominado “Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño” comprende una versión resumida “Comunicado Oficial” que se publica actualmente en la primera y tercera semana de cada mes en períodos de contingencia como el actual, así como una versión extendida “Informe Técnico”. Este último documento incorpora ahora nuevos elementos de información que tengo el honor de presentar, esperando que contribuya a mejorar el conocimiento y a adoptar decisiones y acciones oportunas hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo asociado a El Niño-Oscilación del Sur en nuestro país.

Cordialmente,

Calm (r) Germán Vásquez Solís Talavera

ÍNDICE

RESUMEN **9**

1. INTRODUCCIÓN **10**

2. MATERIALES Y MÉTODOS **11**

2.1. VARIABLES 11

2.2. ÍNDICES 11

2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO 11

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN MARZO **13**

3.1. CONDICIONES A MACROESCALA 13

3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial 13

3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial 13

3.2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL 14

3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental y temperatura del aire 14

3.2.2. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico 14

3.2.3. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana 15

3.2.4. Temperaturas subsuperficiales en el litoral peruano 16

3.2.5. Oxígeno, Nutrientes y Productividad en la costa peruana 17

3.2.6. Recursos pesqueros e indicadores biológico 17

4. ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS **18**

4.1. DISCUSIÓN 18

4.2. PRONÓSTICO 19

4.2.1. A corto plazo (semanas) 19

4.2.2. A mediano plazo (hasta 3 meses) 19

4.2.3. A largo plazo (más de 3 meses) 19

5. CONCLUSIONES **20**

6. REFERENCIAS **21**

7. FIGURAS **23**

8. TABLAS **48**

Figuras:

3.1.1.1 Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 1 de mayo, b) 10 de mayo, c) 20 de mayo, y e) 31 de mayo de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN 23

3.1.1.2. Anomalía de TSM (°C) durante el año 1982 (rojo), 1997 (azul) y 1972 (verde) según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 1+2 (a) y en la región 3.4 (b).Procesamiento: IGP. 24

3.1.1.3. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero de 2015 a mayo de 2016. Fuente: NCEP/NOAA. 24

3.1.1.4. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia. 25

3.1.1.5. Hovmöller de anomalías de a) Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) desde el mes de mayo de 2105 hasta mayo de 2016. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de mayo de 2016. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI. 25

3.1.1.6. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de abril del 2015 hasta el mes de mayo de 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP. 26

3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de abril del 2015 hasta el mes de mayo del 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP. 26

3.1.1.8 Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de abril del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL. 27

3.1.1.9. Anomalía del esfuerzo del viento zonal (10^{-2} Nm^{-2}) en el Pacífico central-oriental (90°W-80°W, 25°S-15°S) desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: NCEP-NCAR, Procesamiento: IGP. 27

3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c),datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Las líneas diagonales plomas representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.7 m/s para la Onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP. 28

3.1.1.11. Análisis de la Circulación Atmosférica Ecuatorial de este a oeste para el mes de mayo 2016. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA. 28

3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 5 de mayo, b) 10 de mayo, c) 15 de mayo, d) 20 de mayo , e) 25 de mayo y f) 30 de mayo de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA. 29

3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina, diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP. 30

3.2.1.1. Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para mayo del 2016. a) Promedio de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalía de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI. 31

3.2.1.2. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de octubre de 2015 al 3 de junio del 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE. 31

3.2.1.3. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a mayo de 2016. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI. 32

3.2.2.1. Condiciones de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, promedio de 30 días correspondientes a mayo. a) valores absolutos de precipitación, b) anomalía de precipitación, c) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, d) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifremer // Procesamiento IGP. 33

3.2.2.2.	Series de tiempo de los caudales diarios (m^3/s) de los principales ríos del Perú, entre setiembre-2015 a mayo-2016: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rio Rímac, e) Majes, f) Chili de la vertiente del Pacífico y, g) Huancané, h) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015-2016; rojas: Promedio histórico; celeste: promedio años húmedos; gris: promedio años secos. Fuente: ANA.	34
3.2.3.1	Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016 (negro).	35
3.2.3.2	Series diarias de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en estaciones del litoral costero de Perú, a) registradas en abril y mayo por la DHN y, b) registradas durante marzo, abril y mayo del 2016 por IMARPE.	36
3.2.3.3	Comparación de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar, en el periodo de dos años. Líneas rojas 1982-83, líneas azules 1997-98, línea negra 2015-16, línea verde climatología mensual de TSM, en estaciones del litoral peruano. a) Paita, b) Chimbote, c) Callao, d) Ilo. Fuente DHN.	37
3.2.3.4.	Anomalías de la altura del nivel del mar, actualizados a mayo de 2016. (a) Series diarias y (b) Hovmöller de las estaciones costeras de la DHN. c) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre enero 2015 - mayo 2016. AVISO - IMARPE.	38
3.2.4.1.	Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Paita. Operación BIC Humboldt, realizada durante el 27 y 28 de mayo de 2016. Fuente: IMARPE.	39
3.2.4.2.	Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Chicama. Operación BIC Humboldt, realizada durante el 25 y 26 de mayo de 2016. Fuente: IMARPE.	39
3.2.4.3.	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L) y e) Clorofila (µg/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 27 de mayo de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.	40
3.2.4.4.	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L) y d) Clorofila (µg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 27 de mayo de 2016. Fuente: IMARPE.	41
3.2.4.5.	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L) y e) Clorofila (µg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 24 de mayo de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.	42
3.2.5.1.	Clorofila satelital promedio para el mes de mayo del satélite MODIS frente a Perú (a). Diagrama Hovmöller latitud-tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital a lo largo de la costa peruana (b) y series de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100km de la costa) provenientes del satélite MODIS.	43
3.2.6.1.	Estructura mensual de tallas de anchoveta en los puertos de la región norte (Paita, Chimbote, Callao y Pisco) y la región sur. Fuente: AFIRNP/IMARPE.	44
3.2.6.2.	Indicadores reproductivos, a) Fracción Desovante (FD), b) Índice Gonadosomático (IGS) y c) Índice de atresia del stock norte–centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2014 – mayo 2016. Fuente: LBR/IMARPE.	45
4.2.1.1.	Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2 de la isoterma de 20 C (m) en la Pacifico Ecuatorial (2°S y 2°N). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).	46
4.2.2.1.	Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	47
4.2.2.2.	Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, NCAR y el modelo ECMWF tienen como condición inicial el mes de mayo de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.	47

Tablas

Tabla 3.2.2.1.	Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de mayo. Fuente ANA.	48
Tabla 3.2.3.1.	Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2015 a abril de 2016 y el estimado (ICENtmp) para mayo 2016 (usando ERSST v3b para abril y mayo, y pronóstico con modelos NMME para junio). Fuente IGP.	48
Tabla 3.2.3.2.	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de enero a mayo del 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	49
Tabla 4.2.2.1.	Pronósticos de ICEN (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2) por modelos de NMME inicializados en mayo 2016. Para AMJ en los modelos se tomó como complemento la anomalía de ERSSTv3 de abril. La media corrida AMJ de CFS2 fue con ERSST abril y pronóstico de junio (no hay dato para mayo).	49

RESUMEN

El Comité encargado 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 correspondiente al mes de mayo del 2016 y sus perspectivas.

El contenido de calor en el océano ecuatorial continuó presentando una anomalía negativa; y su tasa de disminución (descarga) se ha desacelerado. En la región del Pacífico Ecuatorial Central (Niño 3.4), la anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) presentó una tendencia negativa, alcanzando en la última semana del mes un valor de -0,2°C. Sin embargo, la actividad convectiva, la subsidencia y el viento zonal en el Pacífico Ecuatorial hasta el momento no han mostrado un acoplamiento favorable al desarrollo de un mayor enfriamiento.

En el Pacífico Ecuatorial Oriental (región Niño 1+2), la TSM mostró valores en el rango normal. El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para abril fue de +0,77°C (Condición Cálida Débil). El valor estimado del ICEN para mayo (ICENtmp) es +0,21°C (Condición Neutral).

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una intensidad debajo de lo normal. Los vientos alisios del sudeste, frente a la costa, mostraron en promedio intensidades normales a débiles.

Las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa norte y central se presentaron por encima de lo normal con anomalías de +1,7°C para la temperatura máxima y +0,9°C para la temperatura mínima. En la costa sur, las anomalías fueron +0,8°C y +0,6°C, respectivamente.

En cuanto a las anomalías de la TSM en el litoral, estas presentaron en promedio valores de -0,3°C en la costa norte, +0,9°C en la costa central y +0,6°C en la costa sur. Por otro lado, se mantiene la presencia de aguas oceánicas de alta salinidad fuera de las 10 mn frente a la costa central.

La segunda onda Kelvin fría que alcanzó la costa peruana a partir de la segunda quincena de abril hasta el mes de mayo, contribuyó a la normalización de la temperatura del mar y de la profundidad de la termoclina. Cabe indicar que la intensidad de esta onda disminuyó en su propagación hacia Sudamérica debido a anomalías débiles de vientos del oeste en la región oriental del Pacífico, lo cual mitigó sus impactos.

En la Estación Fija Paita, localizada a siete mn de la costa, la columna de agua mostró condiciones neutrales de temperatura en los primeros 80 m de profundidad y anomalías de +1°C a 100 m. Dentro de las 100 mn de la costa, frente a Paita, se registraron condiciones neutrales en toda la columna de agua hasta los 500 m de profundidad. Frente a Chicama, se observaron anomalías positivas de hasta +4°C fuera de las 40 mn hasta los 100 m de profundidad, mientras que cerca de la costa se presentaron condiciones neutras.

Los caudales de los ríos de la costa continuaron presentándose por debajo de su normal, con una tendencia decreciente propia del período de transición a la temporada seca. Los reservorios en la costa norte y sur alcanzaron en promedio 79% y 67% de su capacidad hidráulica.

La clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton que es base de la cadena alimenticia en el mar, presentó condiciones normales para el mes a lo largo de toda la franja costera. La anchoveta, en la región norte-centro entre Paita (05°S) y Pisco (13°), se encontró replegada dentro de las 10 mn de la costa; en la región Sur, se ubicó entre Atico (16°S) y Morro Sama (18°S), dentro de las 20 mn de la costa. Los indicadores de la actividad reproductiva de la anchoveta mostraron la finalización del periodo de desove de verano del stock norte-centro. Continuó la presencia de especies asociadas a aguas cálidas, como la caballa, entre Chimbote (09°S) y Matarani (17°S), dentro de las 20 mn de la costa; samasa, frente a Paita (05°S) y Pisco (13°S), dentro de las 10 mn, así como barrilete, frente al Callao (12°S), a 30 mn de la costa. Frente a Chimbote (9°S) se registró la presencia de camotillo, especie asociada a aguas frías.

1. INTRODUCCIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS), es uno de los procesos más importantes que influyen en la variación de condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del océano Pacífico, que en condiciones extremas es conocido como El Niño o La Niña. Debido a los diversos efectos de este proceso en los ecosistemas, que a su vez repercute en sistemas socioeconómicos, se ha generado un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen tanto en su desarrollo, como en la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

En este contexto, el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno de El Niño (ENFEN), reporta periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos, en el Pacifico Ecuatorial y Sudoriental, así como de la dinámica sub-superficial de parámetros oceanográficos, poniendo mayor atención en la zona costera de Perú. Asimismo se reportan los impactos hidrológicos, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores que definen el estado ENOS, a corto, mediano y largo plazo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. VARIABLES

Las principales variables utilizadas para el monitoreo de las condiciones ambientales, oceanográficas y continentales se resumen en la tabla 2.1.1.

2.2. ÍNDICES

Índice Costero El Niño (ICEN): Consiste en la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2. Estas anomalías se calculan usando la climatología mensual para el periodo base 1981-2010. La fuente de datos para este índice son las TSM absolutas del producto ERSST v3b de la NOAA (EEUU) para la región Niño 1+2. Para el cálculo y uso en tiempo real, se utiliza temporalmente el valor aproximado ICENtmp, que se calcula igual que el ICEN, pero reemplazando, en general, los datos mensuales faltantes con datos de pronósticos mensuales consensuados por el Comité Técnico del ENFEN. Se pueden ver más detalles en ENFEN (2012) y Takahashi, et al. (2014).

2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP): Es un modelo oceánico lineal, que asume que toda la dinámica superior del océano se puede representar con un modelo de una capa de profundidad H, cuyo límite inferior es la profundidad de la termoclina. Posee una línea de costa realista y su resolución horizontal es de 1º y 0.5º para el eje X e Y, respectivamente. El modelo es forzado principalmente con información del producto L3 del “escaterometro” ASCAT (Bentamy y Croize-Fillon, 2012) obtenido del IFREMER (ftp.ifremer.fr). Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger y Menkes (1995). El lector es referido a Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014) para mayores detalles sobre este modelo oceánico. Para realizar el pronóstico de la propagación de las ondas Kelvin, se asumen, en general, dos escenarios del esfuerzo de viento para los siguientes tres meses: 1) que no existen anomalías, es decir que el comportamiento de los vientos es climatológico y 2) que persistirá la anomalía de baja frecuencia.

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia: Con el fin de detectar la propagación de las Ondas Kelvin Ecuatoriales (OKE), se ejecuta un modelo oceánico de complejidad intermedia con 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del NCEP (Kalnay et al. 1996), siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). La señal de la OKE puede ser descompuesta en modos normales de oscilación que se propagan a diferentes velocidades. Los primeros dos modos (modo 1, modo 2) sumados proporcionan la mayor contribución a la anomalía del nivel del mar.

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

VARIABLE		FUENTE																					PROCESAMIENTO
		Observación											Satélite (*)									Modelos	
		Estaciones costeras SENAMHI	Estaciones costeras DHN	Estaciones fijas costeras IMARPE	Estaciones fijas ANA	Secciones verticales IMARPE	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	ARGO	Programa Bitácoras de Pesca	Seguimiento de Pesquerías	Muestras de puertos	TRMM-3B42	ESRL/NOAA	Reanálisis NCEP/NOAA	ASCAT	AVHRR (Daily OI SSTv2-NOAA)	OSTIA	JASON-2	AVISO	MODIS	HYCOM	
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																							
	Temperatura Ambiental	X																					SENAMHI
	Precipitación												X										IGP. Climatología 2001-2014
	Radiación de Onda Larga													X									IGP
	Presión Atmosférica														X								SENAMHI
	Vientos														X	X							IMARPE
															X								IGP, SENAMHI
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																							
Físicas	Temperatura del Mar		X				X	X							X		X						DHN
				X		X	X																IMARPE
								X	X						X		X	X					IGP
	Nivel medio del Mar		X																				DHN
				X																X			IMARPE
																			X				IGP
	Salinidad								X													X	DHN
				X		X	X																IMARPE
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
VARIABLES HIDROLÓGICAS																							
	Caudal de ríos				X																		ANA
	Capacidad Hidráulica de reservorios				X																		ANA

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN MAYO

3.1 CONDICIONES A MACROESCALA

3.1.1 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

En el último mes, las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial continuaron disminuyendo, alcanzando valores negativos en el Pacífico Ecuatorial Central y Oriental (Figura 3.1.1.1). Respecto a meses anteriores, se sostiene una tendencia de disminución de las anomalías de TSM en el Pacífico Ecuatorial Central (Figura 3.1.1.2.a). En cambio, en promedio, en el Pacífico Ecuatorial Oriental (Niño 1+2), se registraron fluctuaciones en las anomalías, con valores de hasta +0,5 °C, siendo inferiores a las observadas en los años 1983 y 1998 en el mismo período (Figura 3.1.1.2 b, Figura 3.1.1.3).

El Índice de Oscilación del Sur calculado para mayo es de +0,9 (Figura 3.1.1.4). Este valor se encuentra dentro del rango neutro (±7), asociado a condiciones normales. Respecto a la actividad convectiva en el Pacífico Ecuatorial, un indicador clave del acoplamiento océano-atmósfera, la Radiación de Onda Larga (ROL) en la región 170°W – 100°W y 5°S - 5°N ha disminuido respecto al mes anterior; siendo este valor menor a los años 1983 y 1998 para el mismo período (Figura 3.1.1.5 y Figura 3.1.1.6). En la región del Pacífico Central (170°E – 140°W y 5°S - 5°N) los valores de ROL están ya muy por debajo de los valores alcanzados en los años 1983, 1992 y 2010 (Figura 3.1.1.6 y Figura 3.1.1.7).

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se observaron ligeras anomalías de viento del este en el Pacífico Occidental, entre los 120°E–160°E aproximadamente (Figura 3.1.1.8.a). En los niveles altos (200 hPa), se observaron anomalías de vientos del oeste sobre la región del Pacífico Occidental (Figura 3.1.1.8.b).

Los movimientos ascendentes continuaron con la tendencia a la disminución sobre el Pacífico Ecuatorial Centro-Occidental. Este debilitamiento de la convectividad responde al enfriamiento de la TSM en esta región. Sobre la región 140°W y 90°W, se observó un aumento ligero de la subsidencia, entre niveles medios y altos, atenuando, en general las convecciones profundas en esta región (Figura 3.1.1.9).

Asimismo, sobre el Pacífico Oriental se presentaron ligeras anomalías del oeste (entre 0ºN-10ºN; 130ºW-100ºW). Sobre el Pacífico Sudoriental (130°W-80°W, 25°S-15°S) el esfuerzo del viento exhibió anomalías negativas, indicando un debilitamiento de los vientos del sudeste (Figura 3.1.1.10).

3.1.2 Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial

Durante el mes los datos in situ de las boyas TAO/TRITON y ARGO mostraron un ascenso de la isoterma de 20°C (reflejada en anomalías negativas de su profundidad) hasta unos 20 m por encima de su posición climatológica en la región que va de 110°W a 90°W, asociada a la ausencia de pulsos significativos del oeste en la franja ecuatorial, de acuerdo al monitoreo de los vientos estimados del satélite ASCAT (Figura 3.1.2.1 a). La anomalía más negativa se detectó en la región alrededor 160°W (-40 m) (Figura 3.1.2.1 b y Figura 3.1.2.1 c).

Asimismo, los datos de altimetría satelital (Jason-2) mostraron las máximas anomalías negativas de la altura del nivel del mar en el Pacífico Central, mientras que en el Pacífico Oriental (100°W-90°W), las anomalías fueron cercanas a cero, en promedio (Figura 3.1.2.1 d). En cuanto a la temperatura sub-superficial, a inicios de mes se presentó un núcleo negativo de hasta -4°C a 120-150 m de profundidad entre 170°W y 165°W, el cual se expandió alcanzando a finales del mes a la región entre 170°W y 130°W, en la capa de 100-125 m de profundidad. También a inicios del mes entre los 110°W y 95°W se observó anomalías de -1°C por encima de los 30 m de profundidad, las cuales para fines del mes pasaron a anomalías positivas de +1°C en la misma región (Figura 3.1.2.2). Por otro lado, si bien la evolución de la inclinación de la termoclina mostró una tendencia a normalizarse hasta alcanzar valores neutros al final del mes, la descarga de calor se detuvo durante mayo (Figura 3.1.2.3).

3.2 CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental y temperatura del aire

El campo de presiones frente al litoral costero, no mostró anomalías negativas importantes (Figuras 3.2.1.1) asociado a las condiciones neutras de la TSM. Asimismo, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) no presentó una configuración definida, con valores de presión alrededor de 1017 hPa en su posición climatológica. Durante el mes, sobre la región sur y cercana al continente sudamericano, hubo constantes intrusiones de Altas Presiones Migratorias, los cuales ocasionaron principalmente la ocurrencia de friajes sobre la selva.

La velocidad de viento frente a la costa peruana (40 km de la costa), de acuerdo a los datos del satélite ASCAT, presentó valores menores a 7 m/s, durante casi todo el mes. Respecto a la dirección del viento, al norte de los 5°S, se registraron vientos de dirección sur sureste (SSE), entre 5°S y 15°S predominaron vientos del sureste (SE), mientras que al sur de los 15°S se presentaron vientos de dirección sur sureste (SSE) (Figura 3.2.1.2 a). Las anomalías de velocidad del viento oscilaron entre -1,5 y +2 m/s, predominando condiciones neutras en promedio, en gran parte de la costa peruana (Figura 3.2.1.2 b).

Los registros de la temperatura del aire a nivel de superficie en el litoral norte y centro mostraron anomalías positivas. La anomalía de la temperatura máxima alcanzó valores de hasta +2,9 en la estación Campo de Marte (Lima) y +2,2 °C en la estación de San Miguel (Piura). La anomalía de la temperatura mínima alcanzó +2,6°C en la estación Huarmey (Anchash), +1,1°C en la estación Fonago (Ica) y +0,6°C en estación Trujillo (La Libertad) (Figura 3.2.1.3). En general se observó una tendencia a la normalización de las temperaturas extremas a lo largo del litoral, principalmente desde mediados del mes de mayo.

3.2.2 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

Durante el mes de mayo la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se presentó sobre los 8ºN en el Pacífico oriental. Asimismo también se observó anomalías de viento del oeste a 200 HPa sobre la zona norte del continente sudamericano (Figura 3.1.1.8.b). Estos vientos del oeste sobre el continente redujeron la convectividad sobre la región selva y sierra de esta región.

Sobre el territorio nacional, las mayores precipitaciones se dieron a lo largo de la región andina oriental, y selva centro y norte (Figura 3.2.2.1 a, b). Hacia fines de mayo, los principales ríos de la Cuenca del Pacífico y del Titicaca presentaron caudales diarios por debajo de los promedios históricos, mostrando un comportamiento propio de la época seca (Figura 3.2.2.2).

La capacidad hidráulica de almacenamiento de los embalses del norte se mantuvo, tal como muestra Poechos, que se encontró al 100% y San Lorenzo, al 98%. En la costa centro Viconga estuvo a un 64%. Mientras que en el sur, en Cusco, Condoroma estuvo al 75%, en Arequipa, Aguada Blanca estuvo al 55,7%, en Moquegua, Pasto Grande a un 48% y en Tacna, Aricota mostró una capacidad hidráulica de almacenamiento de 73% (Tabla 3.2.2.1).

3.2.3 Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana

En mayo, cerca del litoral peruano, se presentaron condiciones térmicas neutras con algunas anomalías negativas de temperatura. Durante la segunda quincena, frente a Paita, se notó la aparición de una zona con particular intensificación de anomalías negativas, cuyas condiciones frías se expandieron con una mayor proyección hacia la zona ecuatorial y oceánica, manteniéndose así hasta fines de mes, mientras que en la zona sur, la intensificación de anomalías negativas se mantuvo en el margen costero. Por otro lado en zonas oceánicas frente a Perú, desde inicios de mes permanecieron zonas fragmentadas con anomalías positivas que superaron +1°C. Durante la segunda quincena se notó una intensificación de anomalías positivas frente a la zona centro norte, hasta formar pequeñas celdas de +3°C, las cuales a su vez fueron disipándose hacia finales del mes (Figura 3.1.1.1).

Las series temporales de TSM y sus anomalías hasta mayo del 2016, comparadas con los años 1972-73, 1982-83, 1991-92 y 1997-98 (Figura 3.1.1.2), indicaron que en la región Niño 1+2, las condiciones térmicas de mayo estuvieron por debajo de lo que sucedió en los años de 1983 y 1998, pero por encima de lo que ocurrió en 1972. Así mismo, en la región Niño 3.4, las anomalías durante este mes se mantuvieron más o menos similares al 97-98, sin embargo fueron inferiores al período 1982-83 y superiores a lo ocurrido en 1972, en general coincidiendo con la tendencia a disminuir. El Índice Costero El Niño (ICEN), basado en la anomalía observada de la TSM en la región Niño 1+2 (90°W - 80°W, 10° S-Ec), presentó un valor de +0,77 °C para abril del año 2016, que correspondió a una condición Cálida Débil (ENFEN, 2012). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp), basados parcialmente en los pronósticos de los modelos numéricos, para mayo y junio fueron de +0,21ºC y -0,22ºC, indicando una condición Neutra para estos dos últimos casos (Figura 3.2.3.1 y Tabla 3.2.3.1).

En el litoral peruano, las estaciones costeras de la DHN, después de la segunda semana de mayo, desde Talara hasta Chimbote registraron descensos rápidos de la temperatura superficial del mar, cambiando de anomalías positivas a negativas; en tanto que desde el Callao hasta Mollendo la temperatura se mantuvo en el mes con anomalías positivas.

Las anomalías del promedio mensual de temperatura, de norte a sur, es de -0,9°C en Talara, +0,2°C en Paita, -0,3°C en Isla Lobos de Afuera, +0,7°C en Chimbote, +1,1°C en Callao, +0,6°C en San Juan, +1,0°C en Mollendo, y +0,4°C en Ilo (Tabla 3.2.3.2, Figura 3.2.3.2.a). Los datos de TSM registrados en las estaciones costeras de IMARPE fueron consistentes con la información anterior (Figura 3.2.3.2b). Las anomalías de TSM registradas por la DHN, durante el mes de abril, en el litoral de Paita, Chimbote, Callao e Ilo, mostraron condiciones medias menores a los eventos EN 82-83 y 97-98 (Figura 3.2.3.3).

En las estaciones mareográficas de la DHN, los registros del nivel medio del mar en todo el litoral presentaron fluctuaciones alrededor de su nivel normal, sin embargo predominaron en el mes con niveles por encima de éste; sólo en el Callao predominaron por debajo de su normal, presentando la máxima anomalía del litoral -3 cm; en general, en todo el litoral el NMM promedio de mayo estuvo cerca a sus niveles normales, con anomalías dentro de su variabilidad climática (±5 cm). Figura 3.2.3.4 a). Se detectó la propagación al sur de una anomalía negativa a lo largo de la costa en los datos de DHN (Figura 3.2.3.4 b) y en las observaciones satelitales (Figura 3.2.3.4 c), consistente con el paso de una onda Kelvin fría durante los primeros días del mes y que se observa desde finales del mes de abril.

3.2.4 Temperaturas sub-superficiales en el litoral peruano

En la sección de Paita (27–28 de mayo), la termoclina se ubicó entre los 40 y 50 m de profundidad por fuera de las 30 mn, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 150 y 160 m de profundidad (Figura 3.2.4.1 a). Como consecuencia de esta estructura, las anomalías térmicas alrededor de -1°C se localizaron en los primeros 50 m de profundidad, y anomalías inferiores a +1°C se observaron entre los 50 m y 500 m de profundidad (Figura 3.2.4.1 b). La distribución de la salinidad mostró Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), caracterizadas por salinidades mayores a 35,1 ups, sobre los 20 m de profundidad (Figura 3.2.4.1 c). Esta distribución, permitió la existencia de anomalías halinas hasta de +0,2 ups sobre los 20 m de profundidad (Figura 3.2.4.1 d).

Con respecto a la sección de Chicama (25-26 de mayo), la termoclina se presentó a unos 50 m de profundidad, más intensa por fuera de las 30 mn, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 100 y 140 m de profundidad (Figura 3.2.4.2 a). Esto ocasionó un núcleo con una anomalía térmica de alrededor de +4°C ubicado entre los 10 y 100 m de profundidad entre los 40 a 100 mn (Figura 3.2.4.2 b). La distribución de salinidad mostró ASS sobre los 90 m de profundidad, llegando hasta 35,3 ups por fuera de los 40 mn (Figura 3.2.4.2 c), lo cual produjo anomalías hasta de +0,3 ups sobre los 25 m de profundidad entre los 95°W a 50°W (Figura 3.2.4.2 d).

En la Estación Fija Paita (7 mn de la costa), se registraron temperaturas entre 16° y 18°C sobre los 100 m de profundidad, con un ascenso de las isotermas durante la última semana de mayo (Figura 3.2.4.3 a). En la primera quincena se registraron anomalías positivas alrededor de +1°C por debajo de los 60 m de profundidad. Durante la última semana, luego de una disminución de las anomalías, se presentaron condiciones neutras de temperatura hasta los 70 m y anomalías alrededor de +1°C, entre los 70 y 100 m (Figura 3.2.4.3 b). La salinidad exhibió valores de 35,0 ups durante todo el mes, indicando la presencia de aguas de mezcla en toda la columna de agua (Figura 3.2.4.3 c).

En la Estación Fija Chicama (10 mn de la costa), se observó una profundización de las isotermas de 16°C y 17°C, lo cual indica un calentamiento en sub-superficie (Figura 3.2.4.4 a). El comportamiento halino mostró salinidades mayores a 35,1 ups sobre los 60 m de profundidad, y salinidades alrededor de 35,0 ups en los últimos 60 m (Figura 3.2.4.4 b), indicando la presencia de aguas de mezcla con influencia de las ASS en la capa superficial durante todo el mes.

En la Estación Fija Callao (8 mn de la costa), la temperatura mostró valores en el rango de 15° a 18°C sobre los 90 m de profundidad (Figura 3.2.4.5 a). Las anomalías de temperatura mostraron valores alrededor de +1°C en toda la columna de agua, tendiendo a disminuir en la última semana (Figura 3.2.4.5 b). Asimismo, las ASS predominaron la mayor parte del mes, salvo en la última semana, en la cual los valores de salinidad correspondieron a aguas de mezcla (Figura 3.2.4.5 c).

3.2.5 Oxígeno, Nutrientes y Productividad en la costa peruana

En cuanto al oxígeno disuelto (OD), las secciones oceanográficas de IMARPE mostraron una Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO) (OD<0,5 ml/L) ligeramente más profunda respecto a lo observado en inicios de abril. En la sección vertical de Chicama la ZMO se ubicó a 100 m de profundidad (figura 3.2.4.2), mientras que en la sección de Paita, se ubicó a 200 m de profundidad (figura 3.2.4.1).

En las estaciones fijas de Paita y Chicama se observó una profundización de las iso-oxígenas en la columna de agua en la segunda quincena, ubicándose la profundidad de la ZMO por debajo de los 100 metros en ambas estaciones (figura 3.2.4.3 d y figura 3.2.4.4 c). En cambio, en la estación fija de Callao se observó un ligero ascenso de las iso-oxígenas, alcanzando el borde superior de la ZMO los 15 metros debajo de la superficie durante la última semana de mayo.

Las estaciones fijas Paita (figura 3.2.4.3 e), Chicama (figura 3.2.4.3 d) y Callao (figura 3.2.4.3 e) mostraron todas un incremento en las concentraciones de clorofila-a en la columna de agua en la primera quincena de mayo, asociado a la propagación de la onda fría; sin embargo, en la segunda quincena, las concentraciones de clorofila-a disminuyeron en los primeros 20 metros de profundidad, con más notoriedad frente a Paita (<0,1 µg/l).

Por otro lado, en promedio para el mes, la clorofila-a superficial satelital mostró dos núcleos con altas concentraciones de clorofila (>10 µg/l) frente a Callao y a Chicama (Figura 3.2.5.1 a). Se observó un incremento de las anomalías positivas en la primera semana de mayo sobre todo entre los 5°S-14°S (~+5 mg/m^3); sin embargo el resto del mes las concentraciones oscilaron alrededor de valores neutros a lo largo de toda la costa (figura 3.2.5.2 b). La anomalía promedio de clorofila-a se incrementó en la primera semana de mayo (~+4 mg/m^3) y se observó una estabilización hacia valores en el rango neutro durante la última quincena (figura 3.2.5.2 c).

3.2.6 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

Respecto a la flota industrial, en la zona sur al 31 de mayo se desembarcaron un total de 83,123 t de anchoveta entre Ático, Planchada, Mollendo e Ilo. Esta descarga correspondió a un avance del 21,76% de la cuota establecida (380 mil t).

La estructura de tallas de la anchoveta en la zona norte-centro y sur presentaron un comportamiento unimodal de ejemplares adultos (>12 cm) en todos los puertos; sin embargo en el puerto de Callao, Pisco y la región sur también se observaron porcentajes de juveniles (3%, 6% y 31% respectivamente) en la estructura de tallas (figura 3.2.6.1).

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro en el mes de mayo, mostraron los valores de la Fracción Desovante (FD) por debajo del patrón; sin embargo el Índice Gonadosomático (IGS) todavía presentó en promedio valores por encima del patrón. Por otra parte el Índice de Atresia (IA) mostró valores superiores a lo normal, lo cual indica que los ovocitos no se encuentran desarrollándose con normalidad (Figura 3.2.6.2).

En cuanto a la distribución de los recursos, continuó la presencia de especies asociadas a aguas cálidas, como la caballa, entre Chimbote (09°S) y Matarani (17°S) dentro de las 20 mn de la costa; así como samasa, frente a Paita y Pisco, dentro de las10 mn. También se registró barrilete frente al Callao a 30 mn de la costa.

4. ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS

4.1 DISCUSIÓN

En la región Niño 3.4 y Niño 1+2 continuó la disminución de la TSM durante el mes de mayo. En el Pacífico Centro-Occidental se observó una disminución de las anomalías en la circulación de los vientos, llegando a comportarse estos últimos de acuerdo a su patrón climatológico. Así también sobre esta región los movimientos convectivos disminuyeron de manera significativa en comparación a meses anteriores y se incrementó la subsidencia entre 150°W y 90°W.

Según la anomalía de la profundidad de la termoclina, la onda Kelvin que debería llegar a fines de mayo e inicios de junio (tercera onda Kelvin fría del año en curso) perdió intensidad luego de pasar por 120ºW, posiblemente debido a las anomalías de viento del noroeste en el Pacífico oriental. La tercera onda continúa su desplazamiento hacia el este y llegaría en junio a la costa sudamericana (ver más adelante).

La ZCIT se encontró ligeramente desplazada hacia el norte de la región ecuatorial, por lo cual tuvo un menor efecto en las precipitaciones cercanas a la zona continental. En el territorio nacional, a niveles medios y altos, la advección de masas de aire seco provenientes del Pacífico Tropical Sur con dirección hacia la sierra occidental, inhibieron las precipitaciones sobre este sector y apoyaron el descenso de las temperaturas del aire.

Debido al inicio del periodo de estiaje, los principales ríos de la cuenca del Pacífico mostraron bajos caudales y en los reservorios no se alteraron su capacidad hidráulica de almacenamiento. La costa norte exhibió un ligero enfriamiento de la TSM, debido al arribo de la segunda onda Kelvin fría a finales de abril, evidenciada por los registros de ANMM; sin embargo en la región centro y sur la ATSM se encontró dentro de sus rangos neutros pero ligeramente positivos.

No se observó un impacto significativo de la Onda Kelvin fría al sur de los ~7°S y las ligeras anomalías positivas se podrían deber al debilitamiento de los vientos costeros que predominó durante el mes. El paso de la segunda onda Kelvin fría influyó en la superficialización de las isotermas y contribuyó al incremento de anomalías positivas de clorofila-a superficial durante la primera semana de mayo.

La temperatura frente a Paita mostró condiciones térmicas neutras en toda la estructura vertical, como consecuencia de la llegada de las ondas Kelvin frías a fines de marzo y abril que propiciaron la normalización de la temperatura. Frente a Chicama se observaron condiciones neutras hasta las 30 mn, sin embargo por fuera de las 30 mn las condiciones fueron cálidas debido a la incursión de ASS.

La paulatina normalización de las condiciones oceanográficas fue seguida por el aumento de los desembarques de anchoveta en la zona sur y también la recuperación de los desembarques de la flota artesanal en la zona norte-centro, aunque sin alcanzar los valores del año anterior. Por otro lado, los parámetros biológico-reproductivos de la anchoveta sugieren la culminación del desove secundario de la especie, de acuerdo a su estacionalidad.

4.2 PRONÓSTICO

4.2.1 A corto plazo (semanas)

Los modelos de simulación de las ondas Kelvin, corridos por IGP e IMARPE, muestran que para el mes de junio del 2016 habrá la llegada de la tercera Onda Kelvin fría a la costa peruana desde el principio del año (figura 3.1.2.1 e y 4.2.1.1). Según el modelo que emplea IMARPE, esta onda Kelvin fría sería de modo 1 y durante las primeras semanas de julio arribaría una nueva onda, de modo 2 (figura 4.2.1.1).

4.2.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

Para el Pacífico Ecuatorial Central (Niño 3.4), todos los modelos climáticos dinámicos, correspondientes al proyecto North American Multi-Model Ensemble NMME (Kirtman et al., 2014, Figura 4.2.2.1) y otros (compilación del International Research Insittute for Climate and Society IRI), pronostican el desarrollo de La Niña a partir de julio.

Para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), la mayoría de modelos globales pronostican anomalías negativas aunque dentro del rango neutral en al menos los próximos tres meses; 1 de 8 modelos pronostica condiciones frías débiles (Figura 4.2.2.2).

La normalización de las condiciones climáticas en los siguientes meses hace prever un aumento en la cobertura nubosa y en la ocurrencia de lloviznas a lo largo de la costa, propios de la estación.

4.2.3 A largo plazo (más de 3 meses)

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), todos los modelos dinámicos NMME considerados inicializados en mayo, indican en promedio, que se presentarán anomalías de TSM negativas hasta el último trimestre del año, alcanzando condiciones de La Niña débil a moderada (Figura 4.2.2.1).

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), 7 de 8 modelos inicializados en mayo (salvo el CFSv2) pronostican hasta el último trimestre del año condiciones neutras y 1 de 8 modelos indica condiciones de La Niña costera débil (tabla 4.2.2.2).

5. CONCLUSIONES

En el Pacífico Ecuatorial Central (Niño 3.4) las anomalías de TSM continuaron su tendencia a disminuir, mientras que en la región Niño 1+2 se registraron fluctuaciones en el rango neutral a ligeramente cálido. El Índice Costero El Niño, para el trimestre marzo-abril-mayo presentó una condición Cálida Débil con una anomalía promedio de +0,77°C.

A lo largo de la costa peruana se registró la propagación de la segunda Onda Kelvin fría durante la primera quincena de mayo, pero su impacto en la TSM solamente fue significativo en la región norte, donde se desarrollaron ligeras anomalías negativas, mientras que en la región centro-sur se mantuvieron entre neutras a ligeramente positivas durante todo el mes. En la capa subsuperficial, frente a Paita se presentaron condiciones normales en temperatura y salinidad, mientras que frente a Chicama aún se detectaron anomalías positivas de temperatura y salinidad fuera de las 30 mn.

La concentración de clorofila-a, indicador de la productividad biológica, tendió a mostrar condiciones normales en promedio para la mayor parte del mes. Los desembarques industriales de la zona sur y de la flota artesanal en la zona norte-centro de la anchoveta se recuperaron respecto al mes anterior y los indicadores de la actividad reproductiva mostraron la culminación del desove secundario de la especie.

A nivel hidrológico, en el territorio nacional se inició el periodo de estiaje. Se presentaron bajos caudales de los ríos de la cuenca del Pacífico y no se modificó la capacidad hidráulica de los reservorios respecto al mes anterior.

En cuanto a las perspectivas, se prevé el arribo de la tercera onda Kelvin fría para la segunda quincena de junio, la cual sumada a la previsible intensificación del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) y de los vientos costeros del sur, podría contribuir a que se desarrollen anomalías negativas de las temperaturas del mar y del aire a lo largo de la costa peruana durante los dos próximos meses. Sin embargo, de debilitarse esta onda fría, como ocurrió con la anterior, las temperaturas podrían mantenerse en un rango neutral.

Asimismo, se espera que estas condiciones estén acompañadas por un aumento de la cobertura nubosa y presencia de lloviznas a lo largo de la costa en los próximos meses, propios de la estación.

La mayoría de los modelos globales pronostican el desarrollo de La Niña para el Pacífico Ecuatorial Central (región Niño 3.4) a partir de julio. No obstante, se ha observado que los modelos han tendido a sobreestimar la magnitud de enfriamientos pasados en esta región. Además, la desaceleración de la descarga del contenido de calor y la falta de acoplamiento entre la atmósfera y el océano observadas generan incertidumbre en el desarrollo de este escenario.

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), la mayoría de modelos globales pronostican anomalías negativas aunque dentro del rango neutral en al menos los próximos tres meses.

Por estas consideraciones, el Comité Multisectorial ENFEN considera probable que el invierno sea de características normales a ligeramente más frías de lo normal, sin descartar un posible desarrollo de La Niña costera en los siguientes meses.

6. REFERENCIAS

Bentamy, Abderrahim and Croize-Fillon, Denis (2012). Gridded surface wind fields from Metop/ASCAT measurements. International Journal of Remote Sensing, 33(6), 1729-1754. doi:10.1080/01431161.2011.600348.

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

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

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

Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. J. Geophys. Research, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.

Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–471.

Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippett MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. Bull. Amer. Meteor. Soc., 95, 585–601.doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1

Lindzen, R. S., and Nigam, S., 1987: On the role of sea surface temperature gradients in forcing low-level winds and convergence in the tropics, J. Atmos. Sci., 44, 17, 2418-2436.

Mantua, N.J. and S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace, and R.C. Francis 1997: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. Bulletin of the American Meteorological Society, 78, 1069-1079.

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

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

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

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

7. FIGURAS

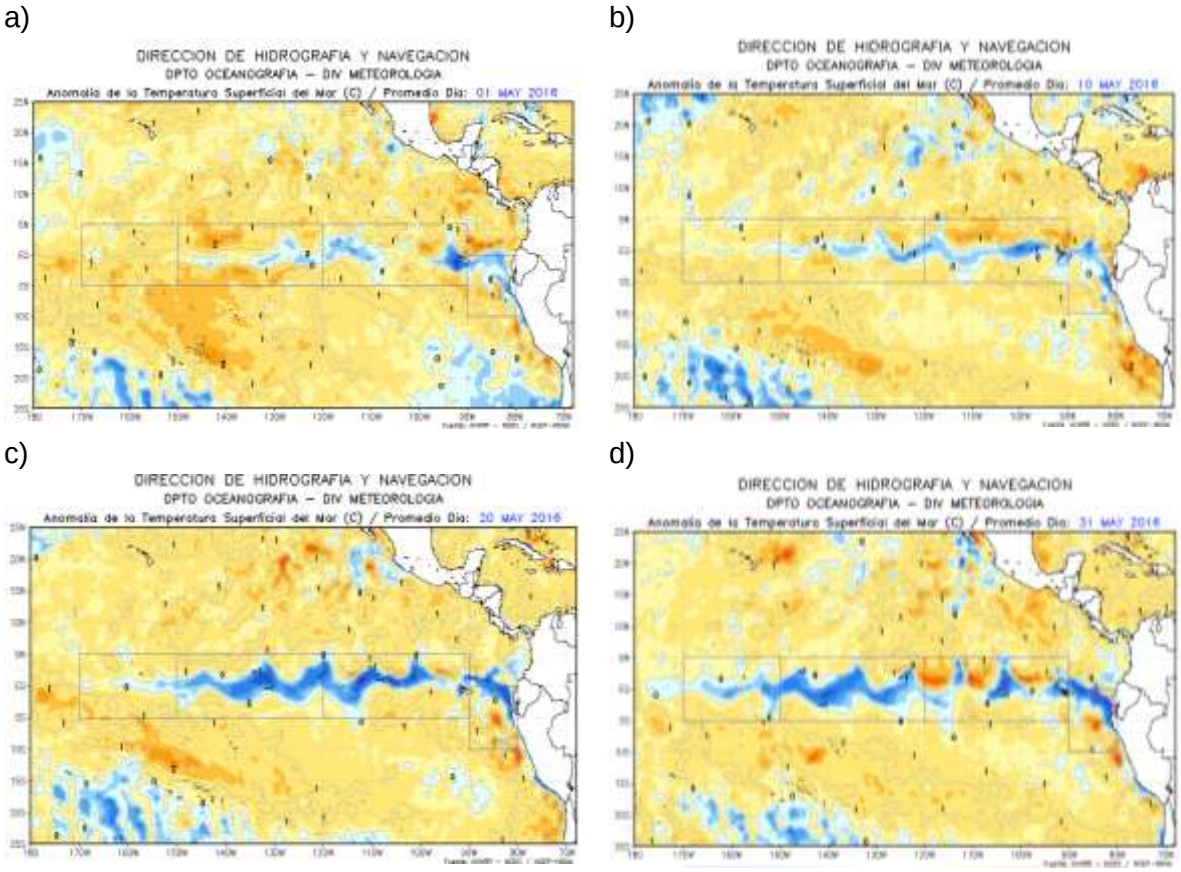


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 1 de mayo, b) 10 de mayo, c) 20 de mayo, y e) 31 de mayo de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

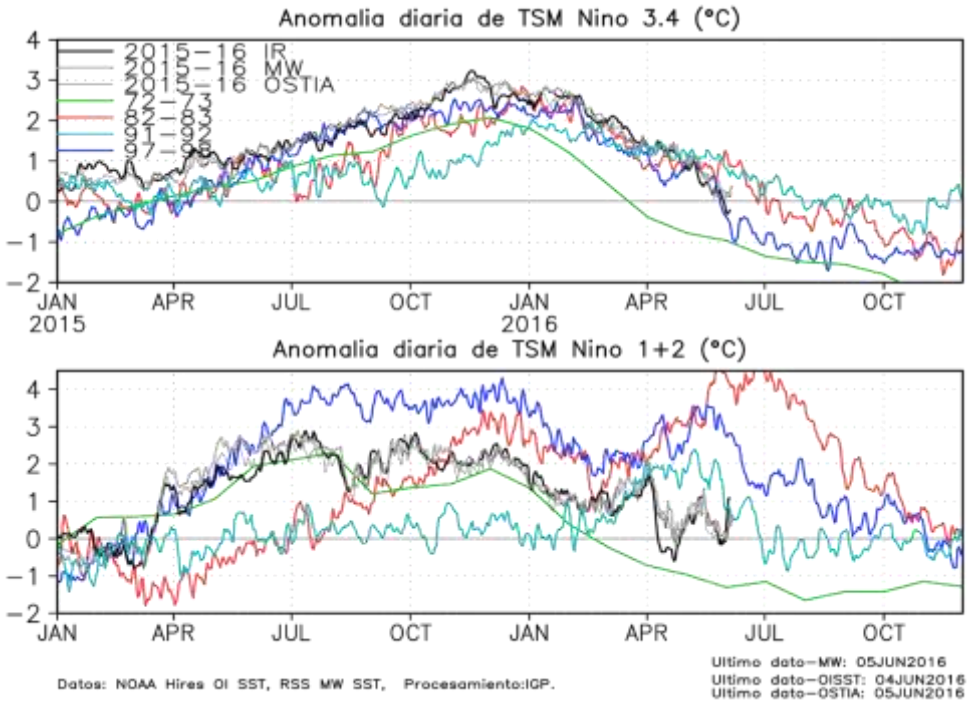


Figura 3.1.1.2 Anomalía de TSM (°C) durante el año 1982 (rojo), 1997 (azul) y 1972 (verde) según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 1+2 (a) y en la región 3.4 (b).Procesamiento: IGP.

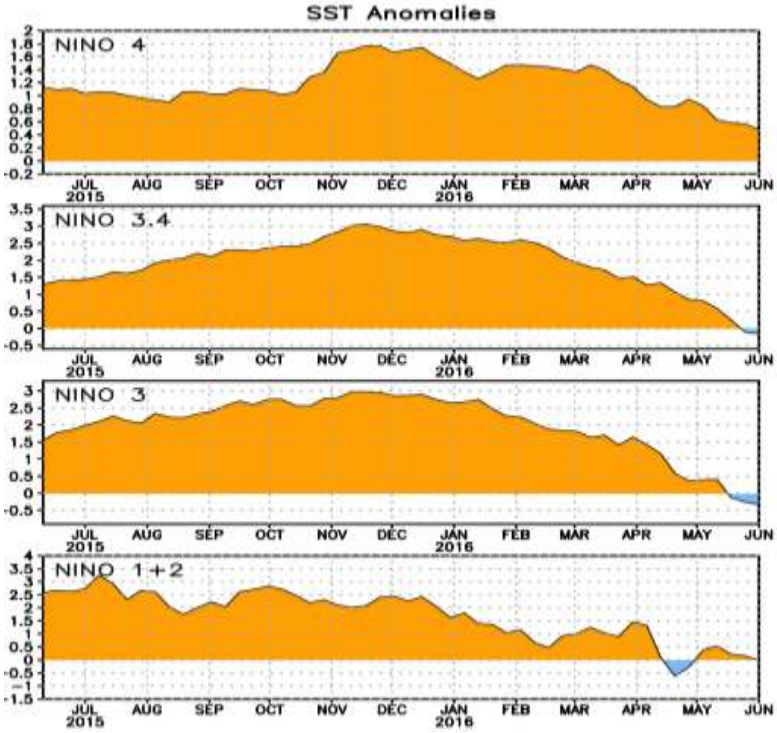


Figura 3.1.1.3 Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero de 2015 a mayo de 2016. Fuente: NCEP/NOAA.

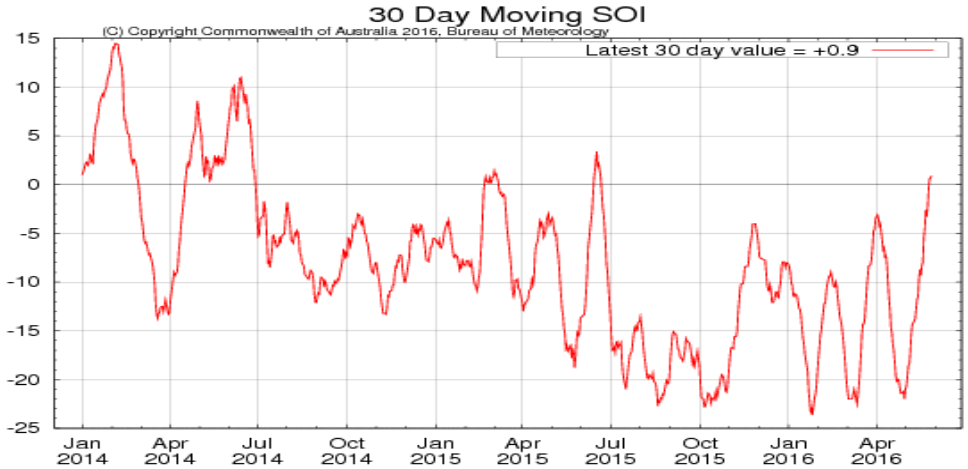


Figura 3.1.1.4 Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

a **b**

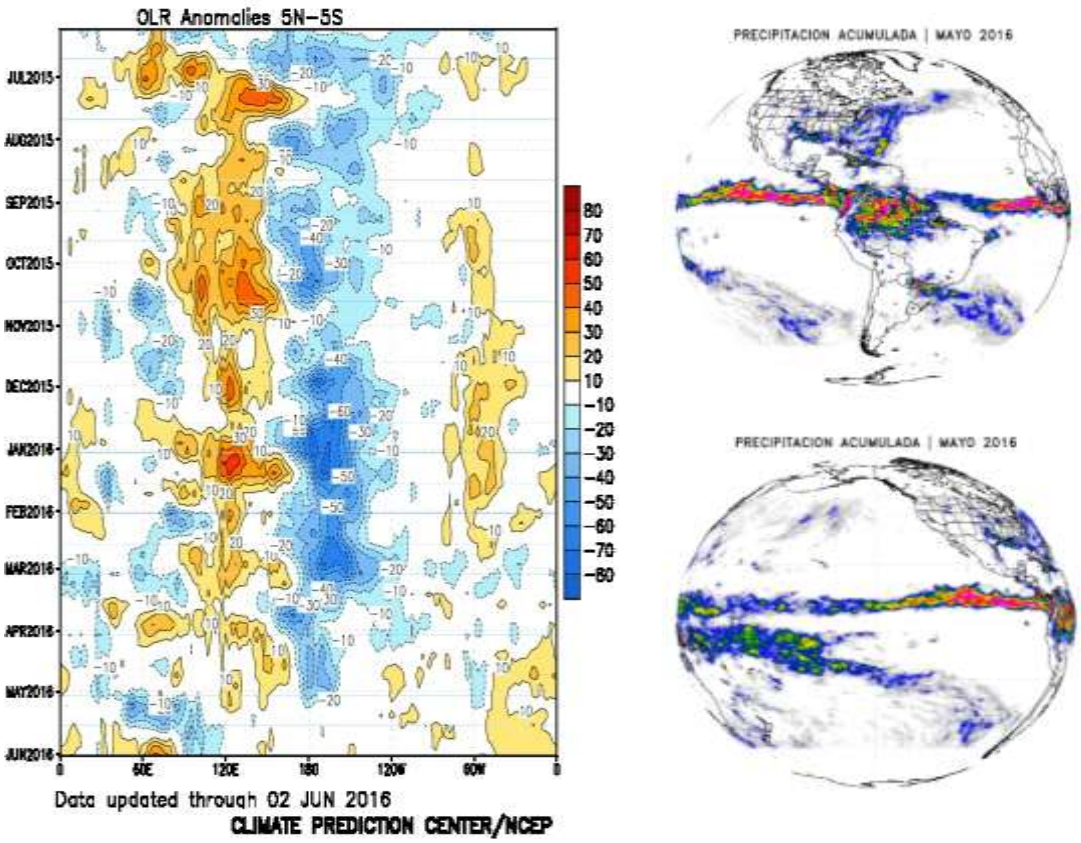


Figura 3.1.1.5. Hovmöller de anomalías de a) Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) desde el mes de mayo de 2105 hasta mayo de 2016. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de mayo de 2016. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI.

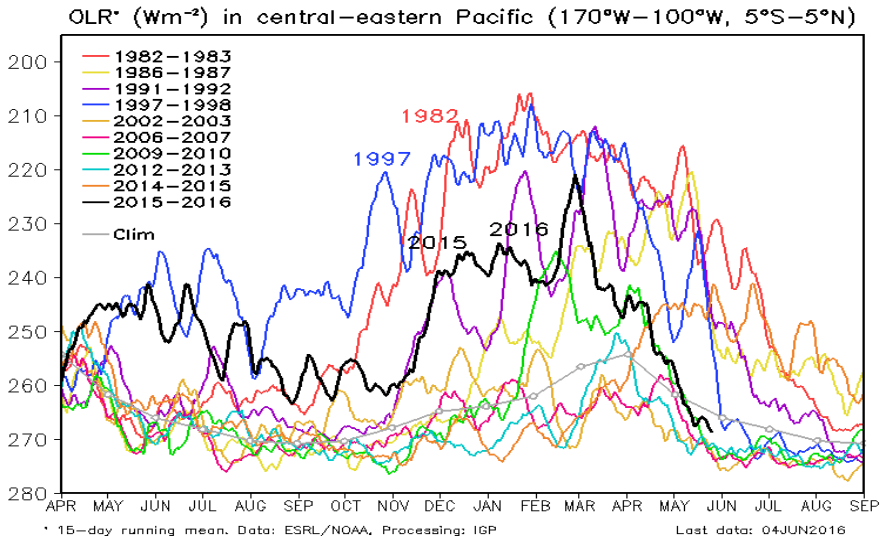


Figura 3.1.1.6. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de abril del 2015 hasta el mes de mayo de 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

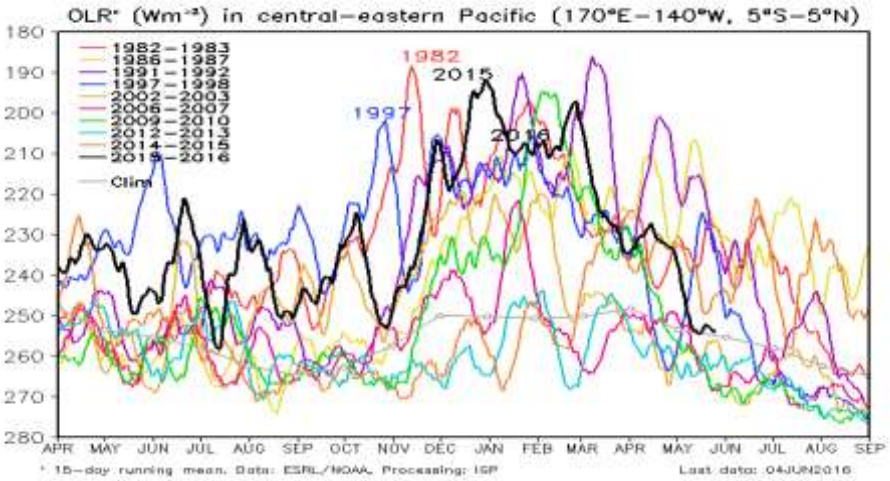


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de abril del 2015 hasta el mes de mayo del 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

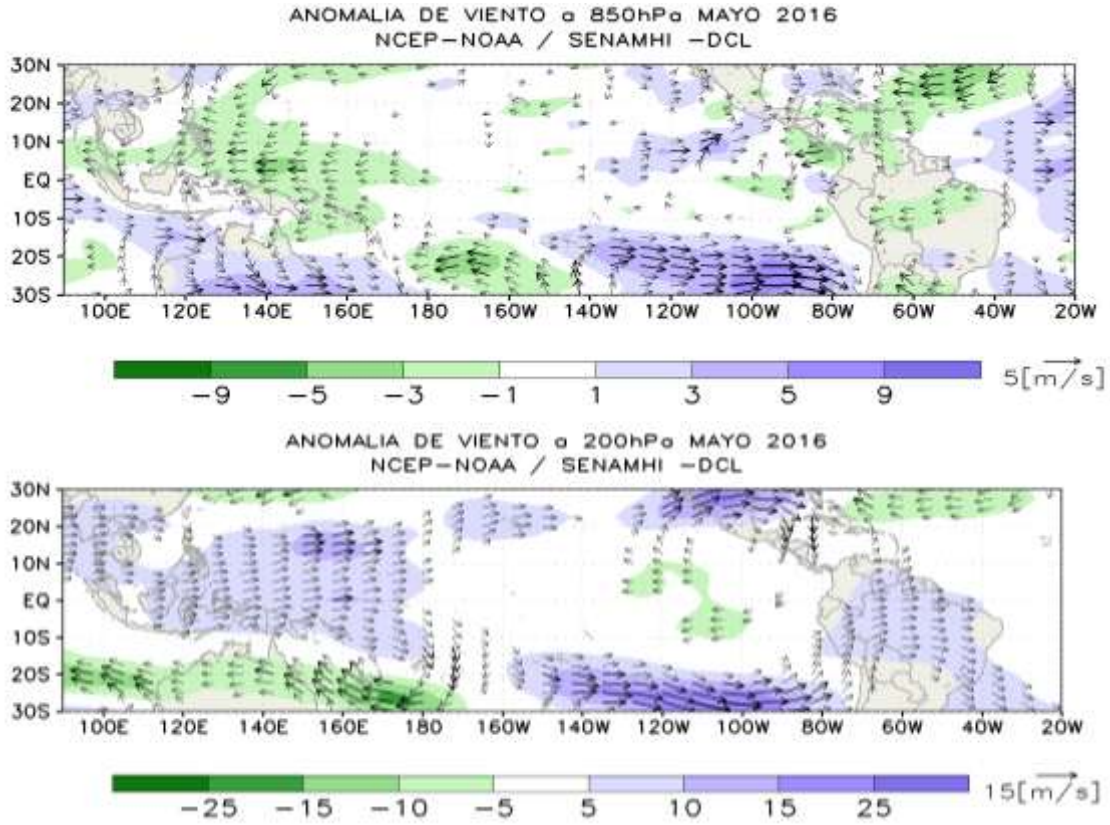


Figura 3.1.1.8. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de abril del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.

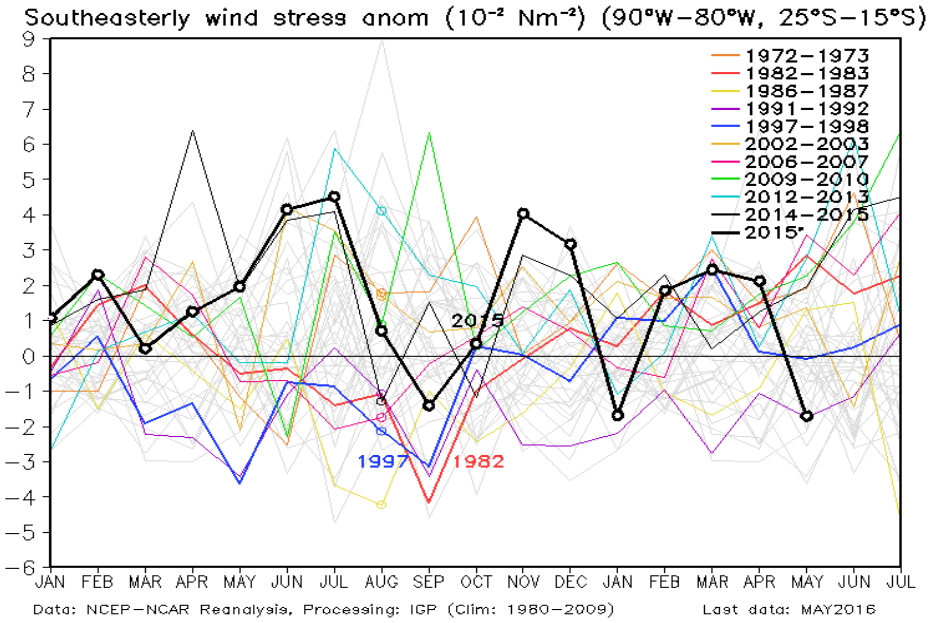


Figura 3.1.1.9. Anomalía del esfuerzo del viento zonal (10^{-2} Nm^{-2}) en el Pacífico central-oriental (90°W-80°W, 25°S-15°S) desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: NCEP-NCAR, Procesamiento: IGP.

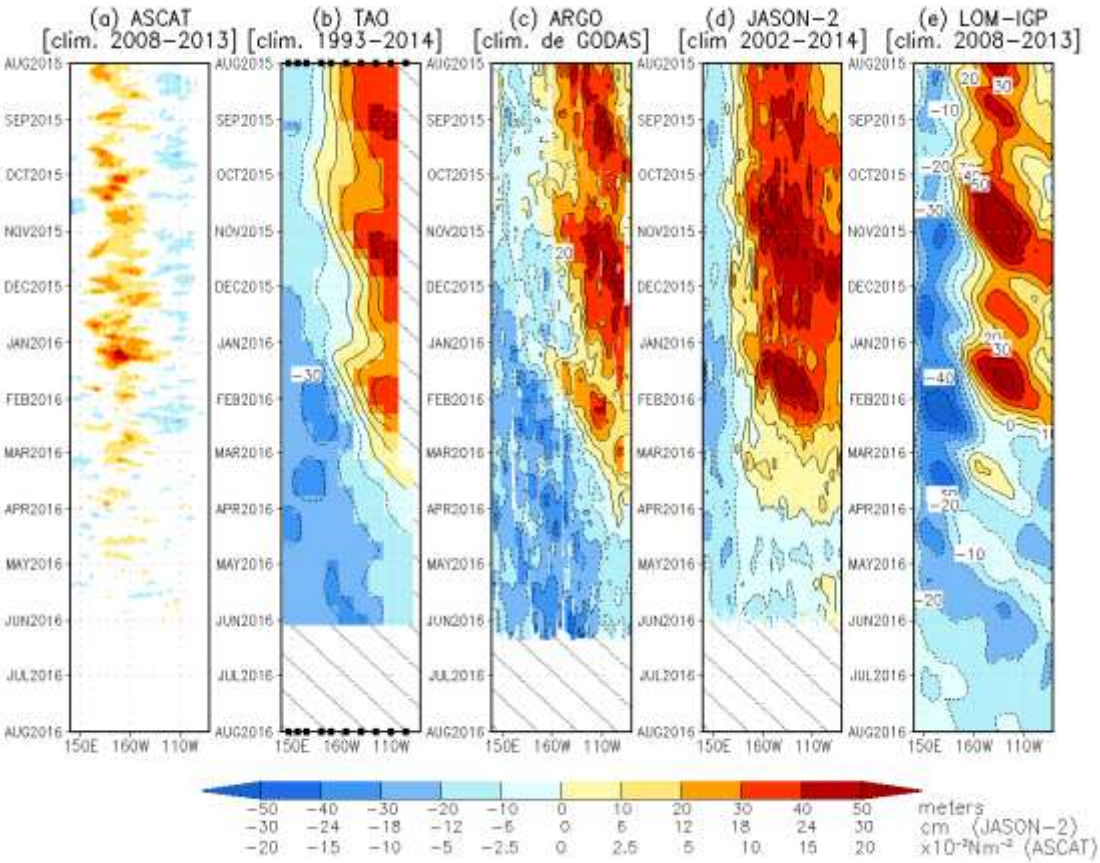


Figura 3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c),datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Las líneas diagonales plomas representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.7 m/s para la Onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP.

a) b)

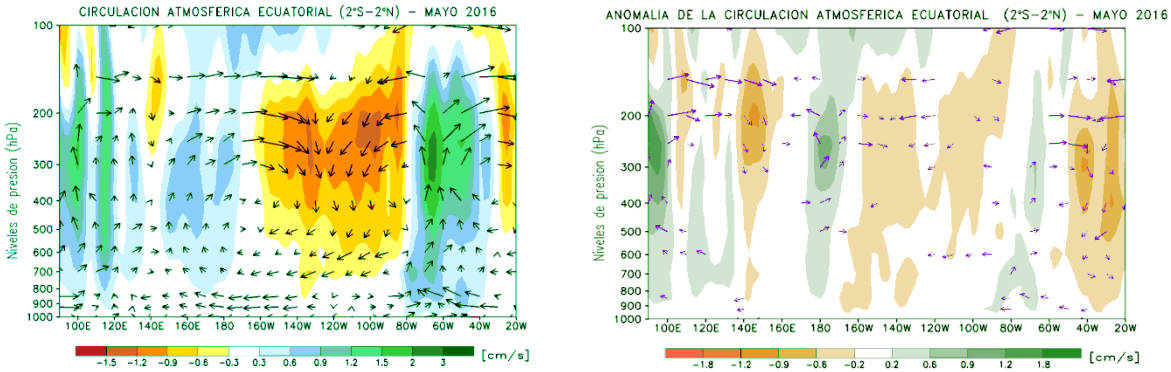


Figura 3.1.1.11. Análisis de la Circulación Atmosférica Ecuatorial de este a oeste para el mes de mayo 2016. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

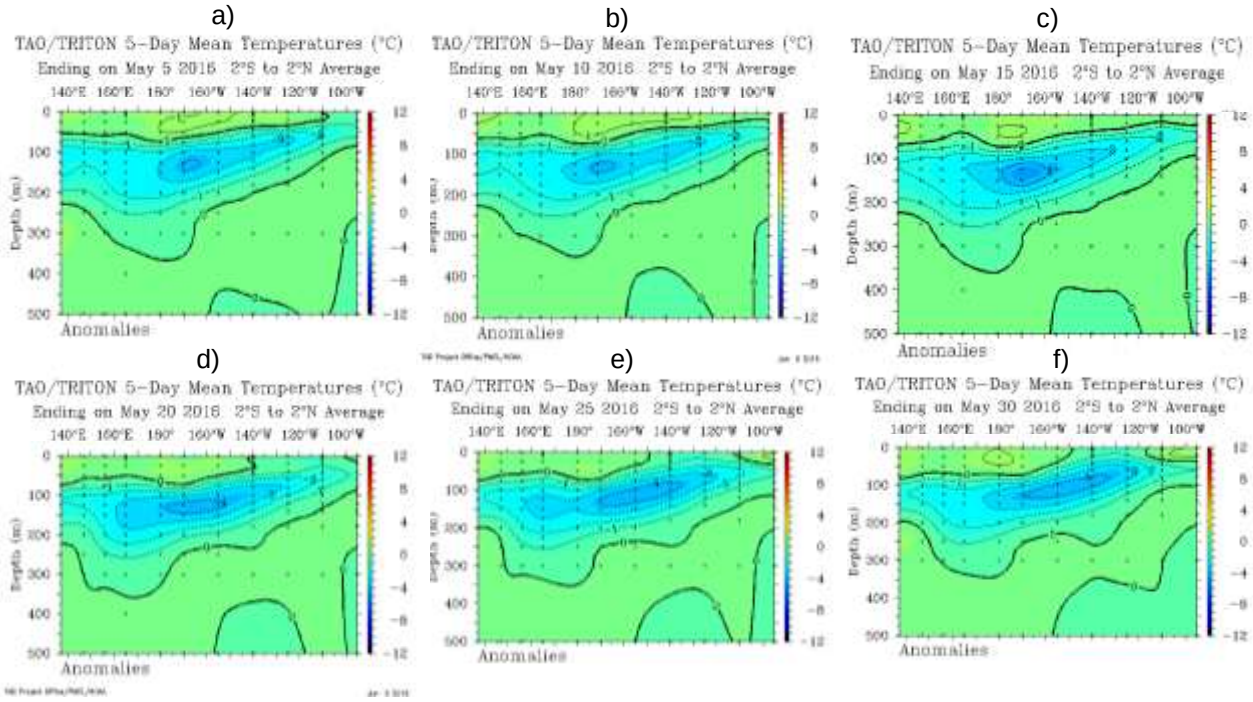


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 5 de mayo, b) 10 de mayo, c) 15 de mayo, d) 20 de mayo , e) 25 de mayo y f) 30 de mayo de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

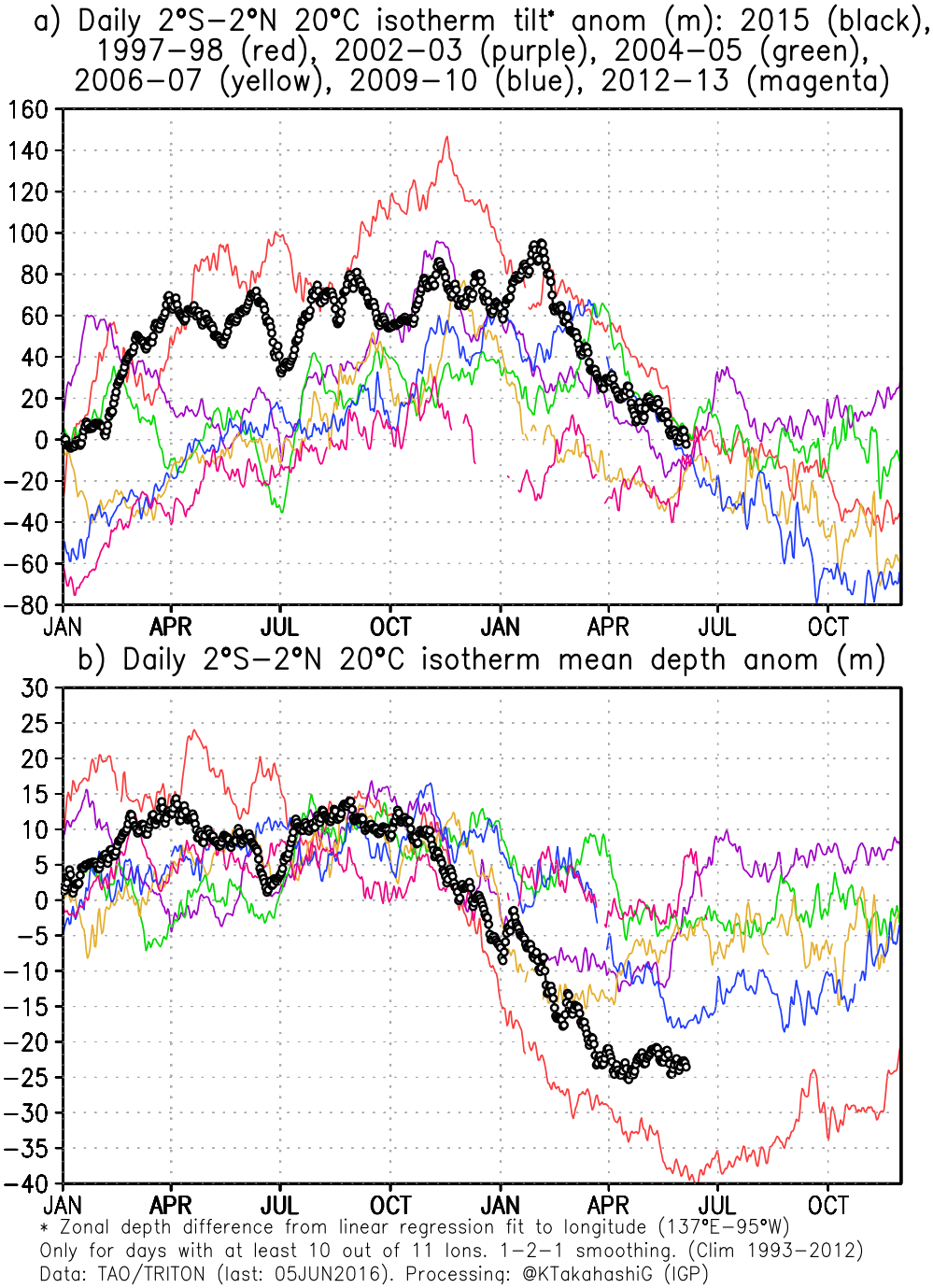


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina, diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S).
Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP.

a) b)

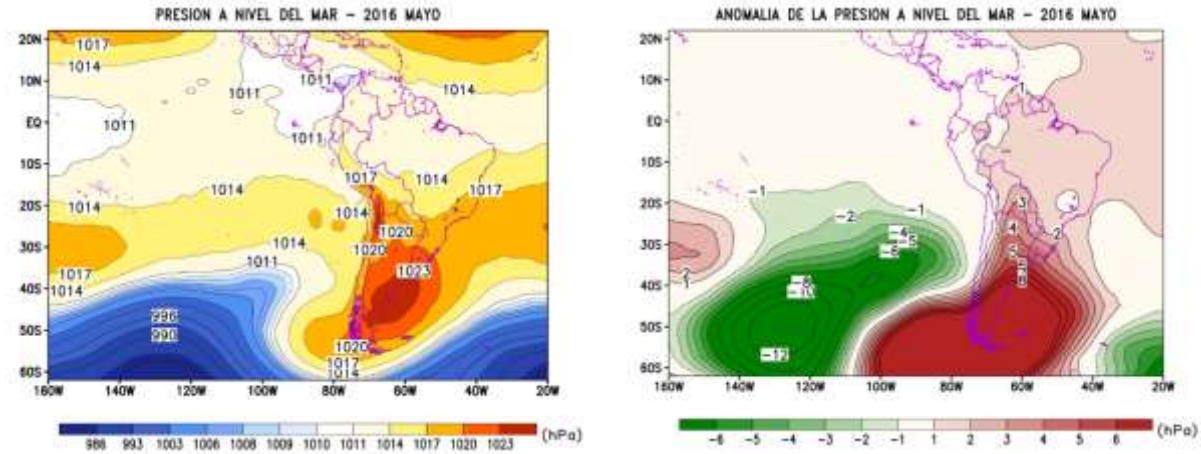
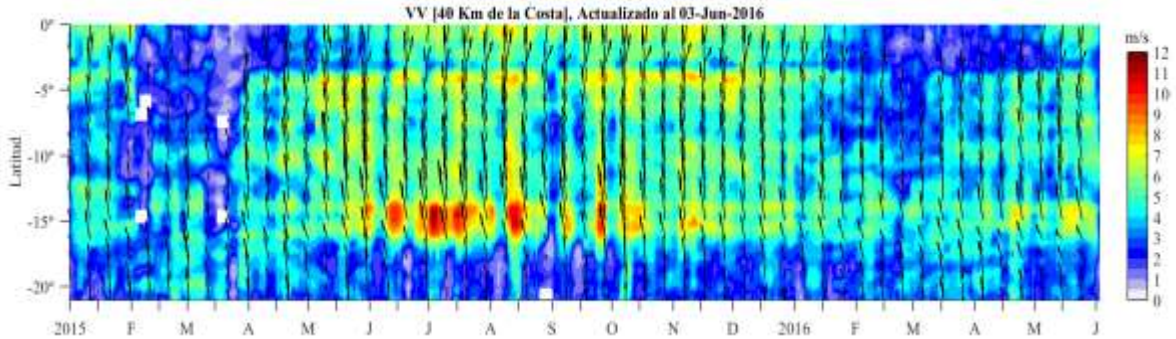


Figura 3.2.1.1 Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para mayo del 2016. a) Promedio de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalía de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.

a)



b)

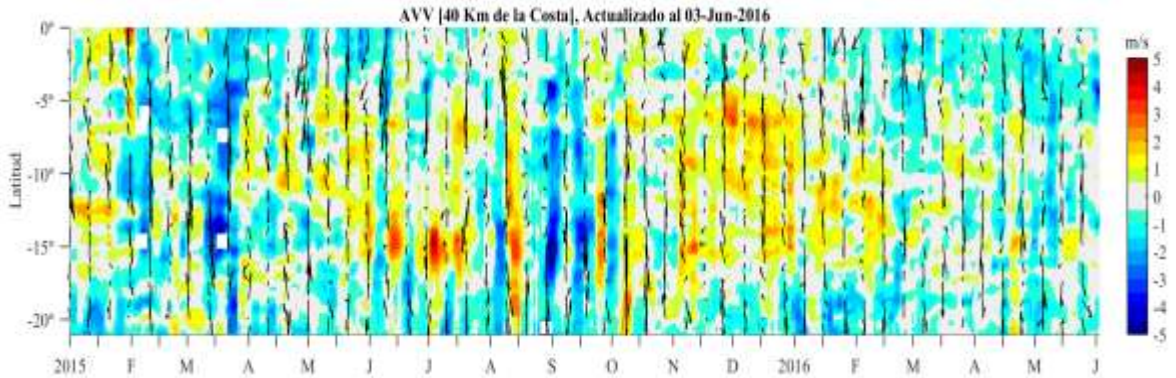


Figura 3.2.1.2. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de octubre de 2015 al 3 de junio del 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

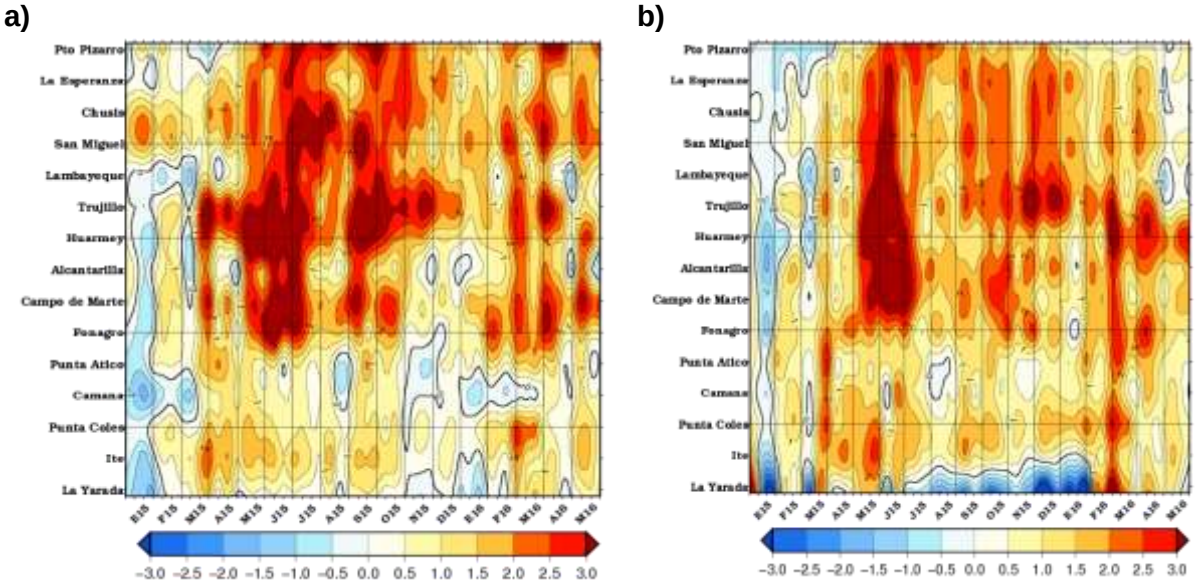


Figura 3.2.1.3. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a mayo de 2016. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

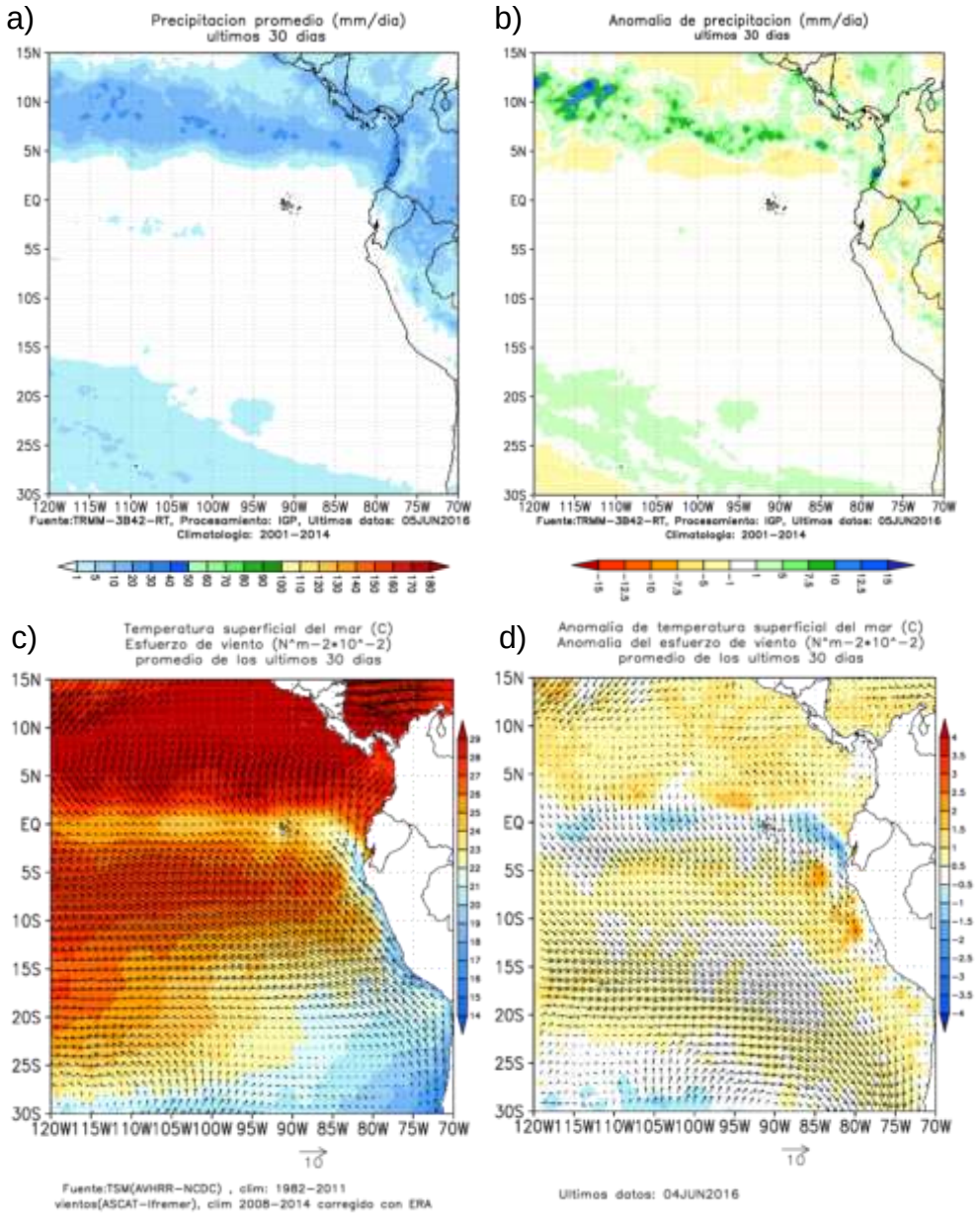


Figura 3.2.2.1. Condiciones de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, promedio de 30 días correspondientes a mayo. a) valores absolutos de precipitación, b) anomalía de precipitación, c) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, d) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifremer // Procesamiento IGP.

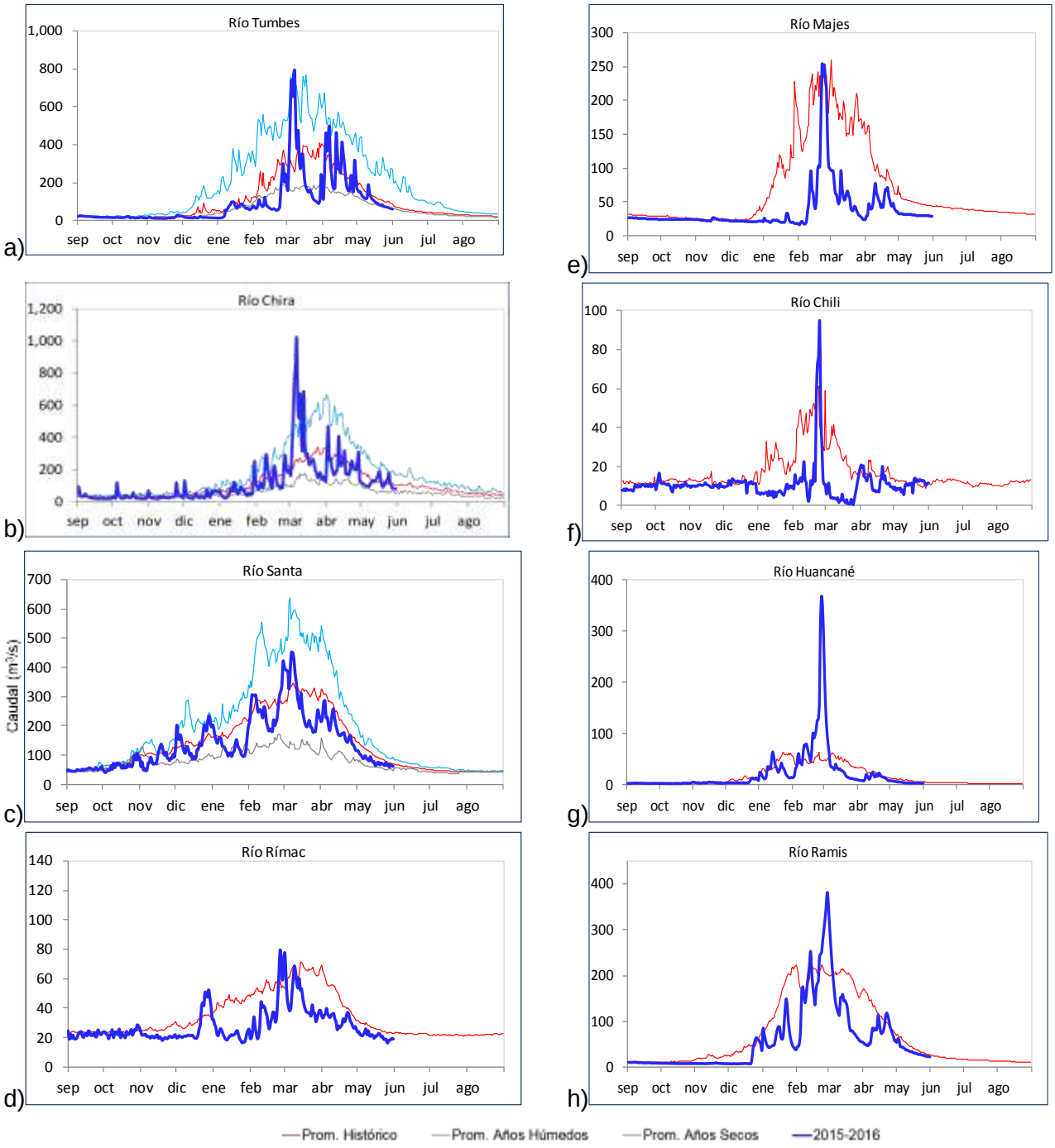


Figura 3.2.2.2. Series de tiempo de los caudales diarios (m^3/s) de los principales ríos del Perú, entre setiembre-2015 a mayo-2016: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rio Rímac, e) Majes, f) Chili de la vertiente del Pacífico y, g) Huancané, h) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015-2016; rojas: Promedio histórico; celeste: promedio años húmedos; gris: promedio años secos. Fuente: ANA.

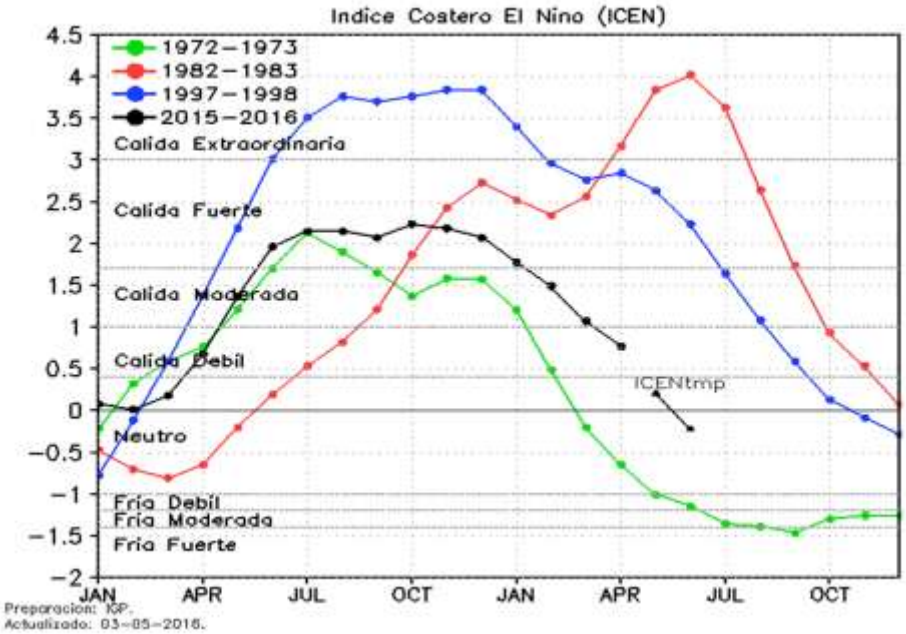


Figura 3.2.3.1. Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016 (negro).

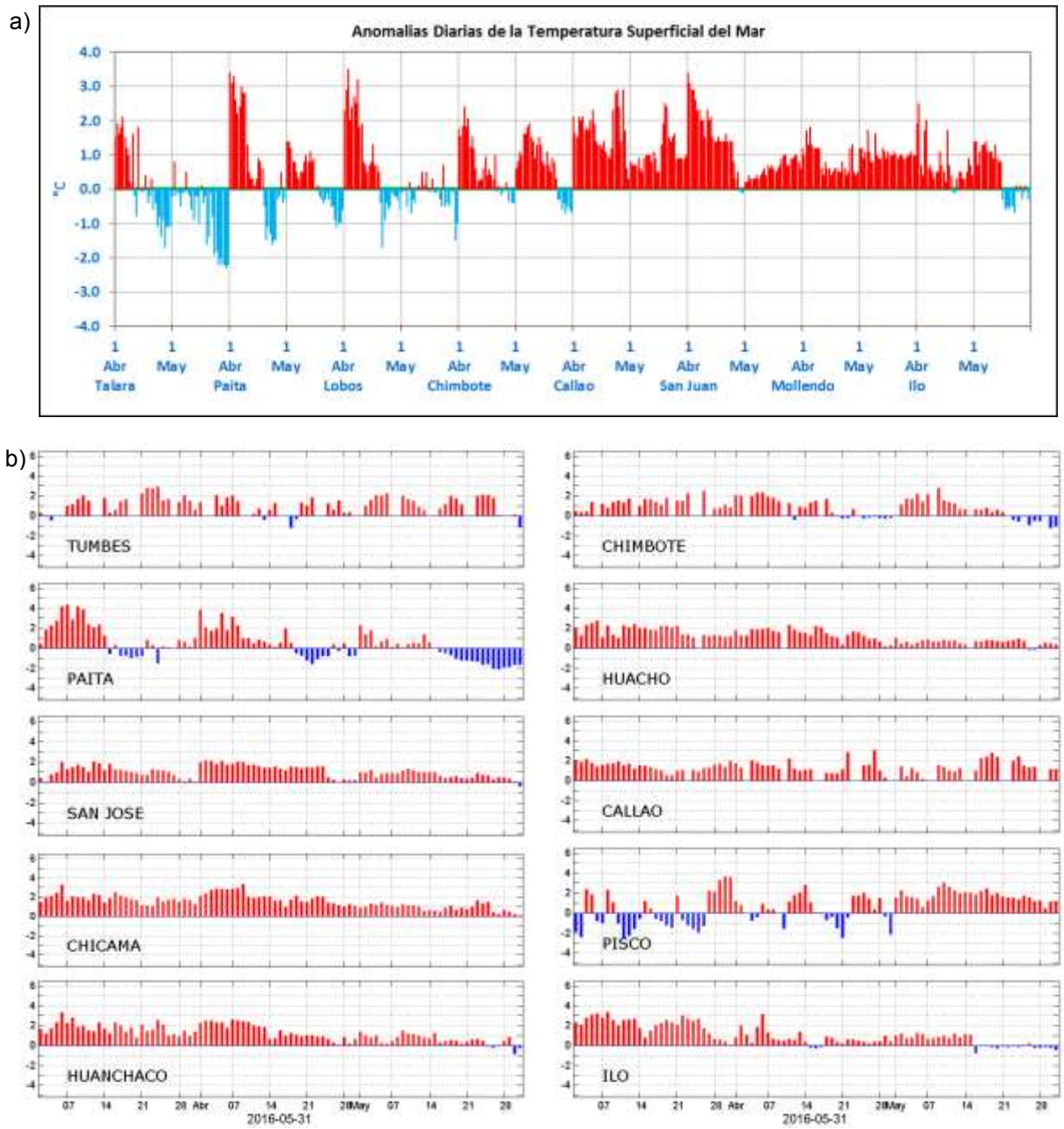


Figura 3.2.3.2. Series diarias de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en estaciones del litoral costero de Perú, a) registradas en abril y mayo por la DHN y, b) registradas durante marzo, abril y mayo del 2016 por IMARPE.

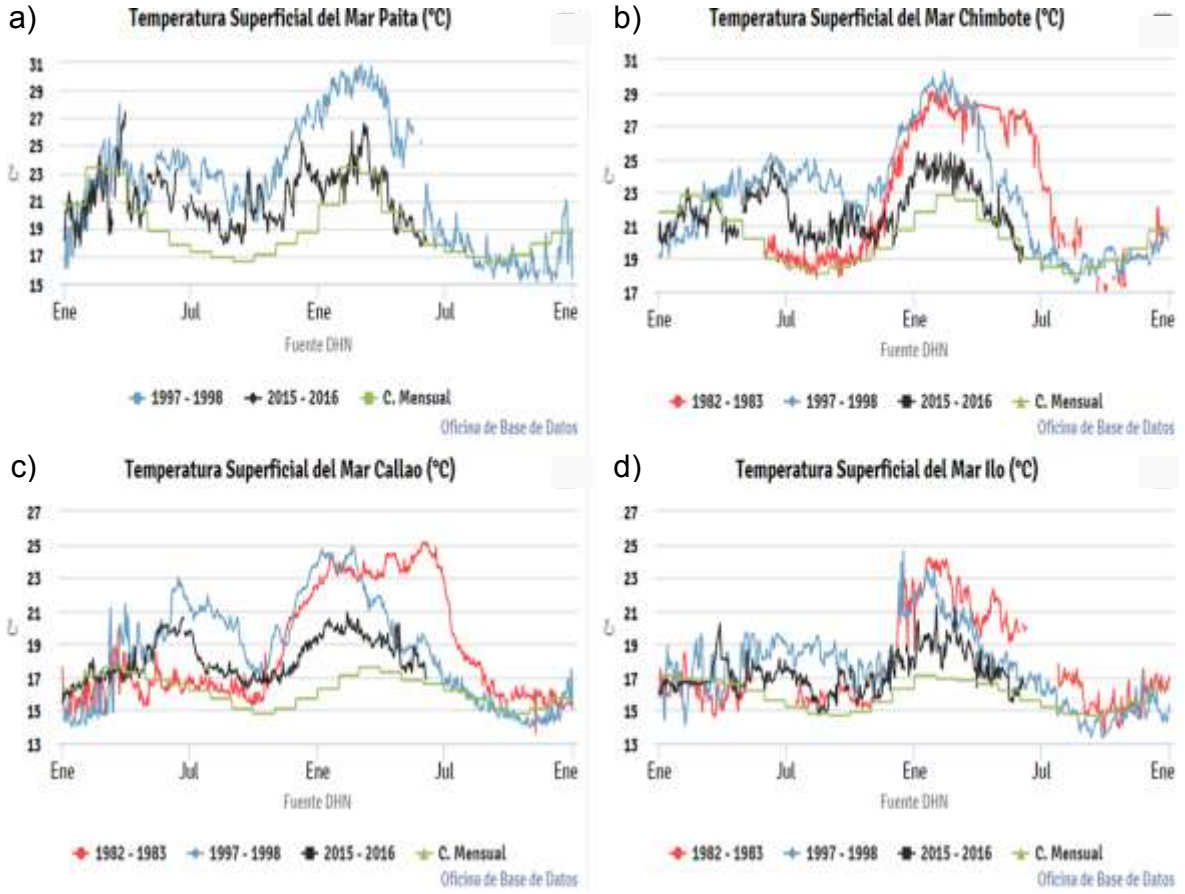


Figura 3.2.3.3. Comparación de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar, en el periodo de dos años. Líneas rojas 1982-83, líneas azules 1997-98, línea negra 2015-16, línea verde climatología mensual de TSM, en estaciones del litoral peruano. a) Paita, b) Chimbote, c) Callao, d) Ilo. Fuente DHN.

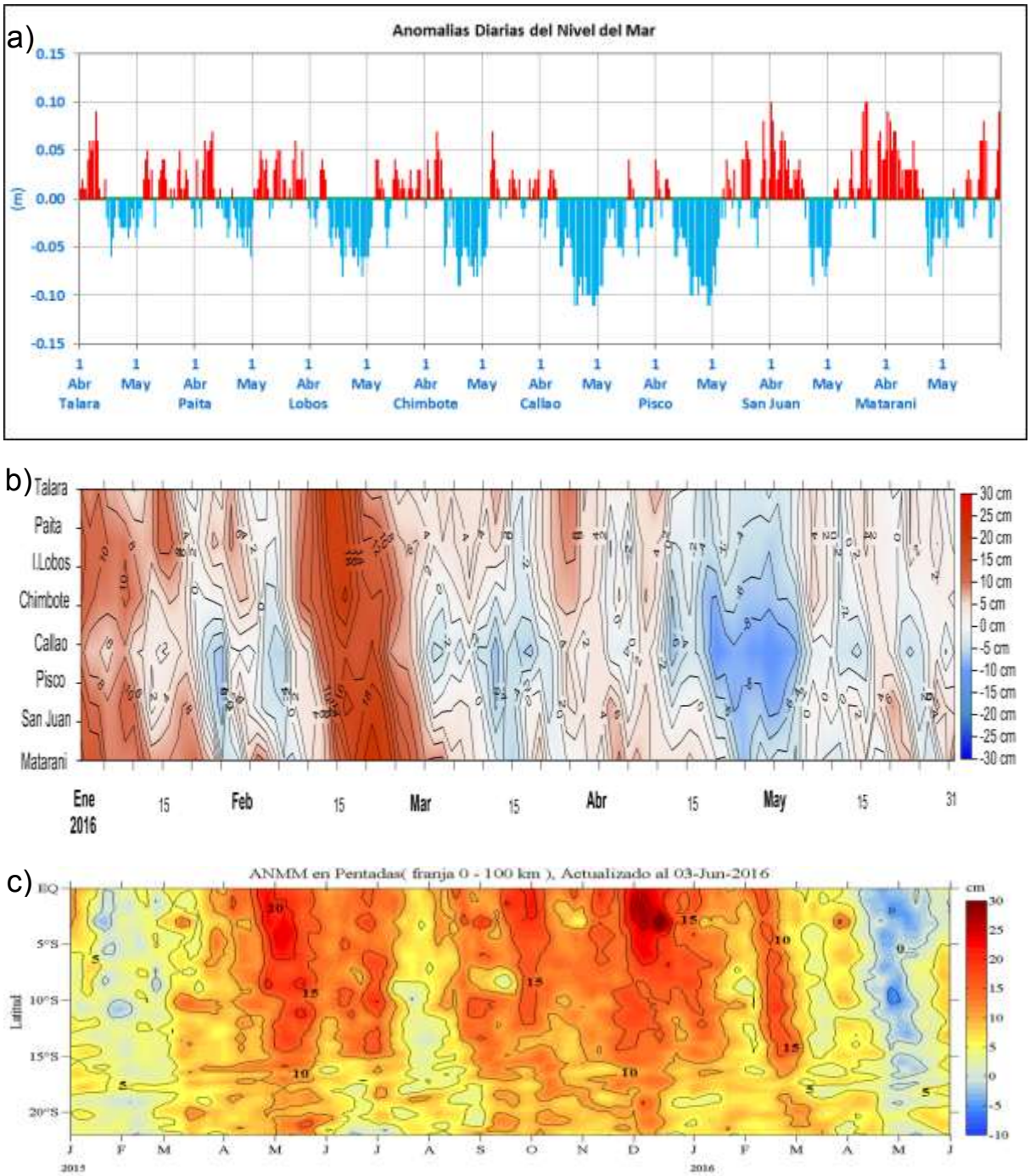


Figura 3.2.3.4. Anomalías de la altura del nivel del mar, actualizados a mayo de 2016. (a) Series diarias y (b) Hovmöller de las estaciones costeras de la DHN. c) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre enero 2015 - mayo 2016. AVISO - IMARPE.

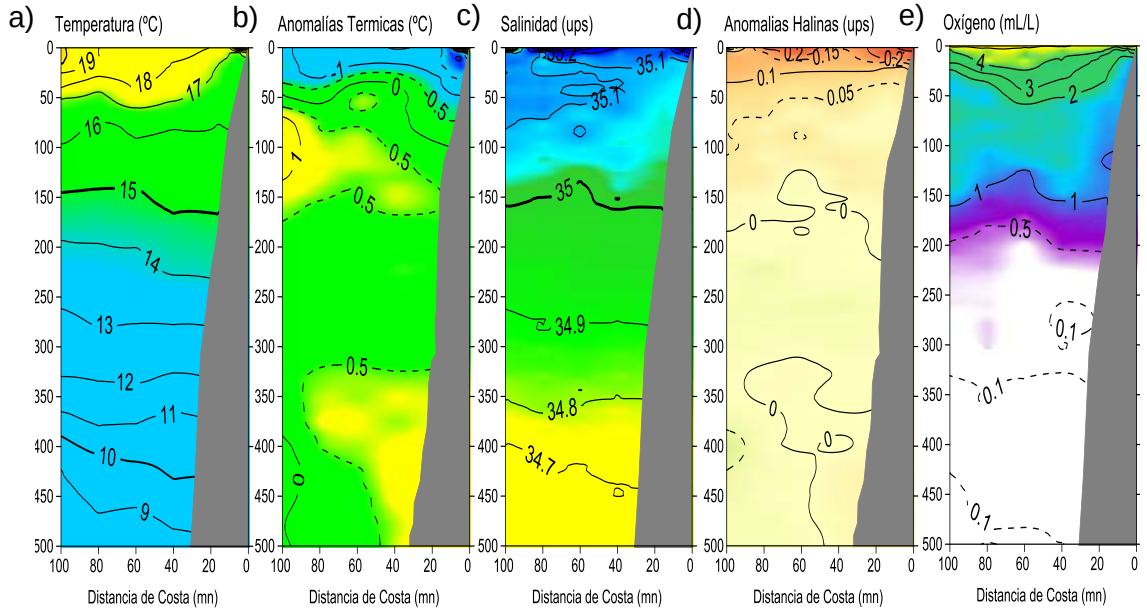


Figura 3.2.4.1 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Paita. Operación BIC Humboldt, realizada durante el 27 y 28 de mayo de 2016. Fuente: IMARPE.

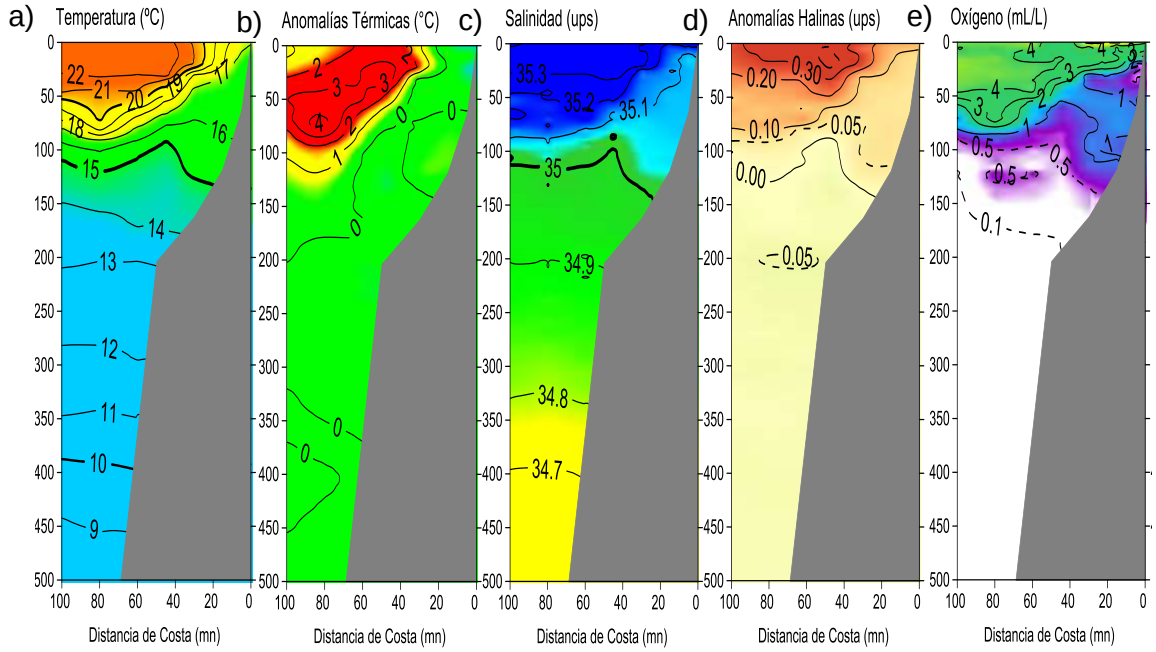


Figura 3.2.4.2 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Chicama. Operación BIC Humboldt, realizada durante el 25 y 26 de mayo de 2016. Fuente: IMARPE.

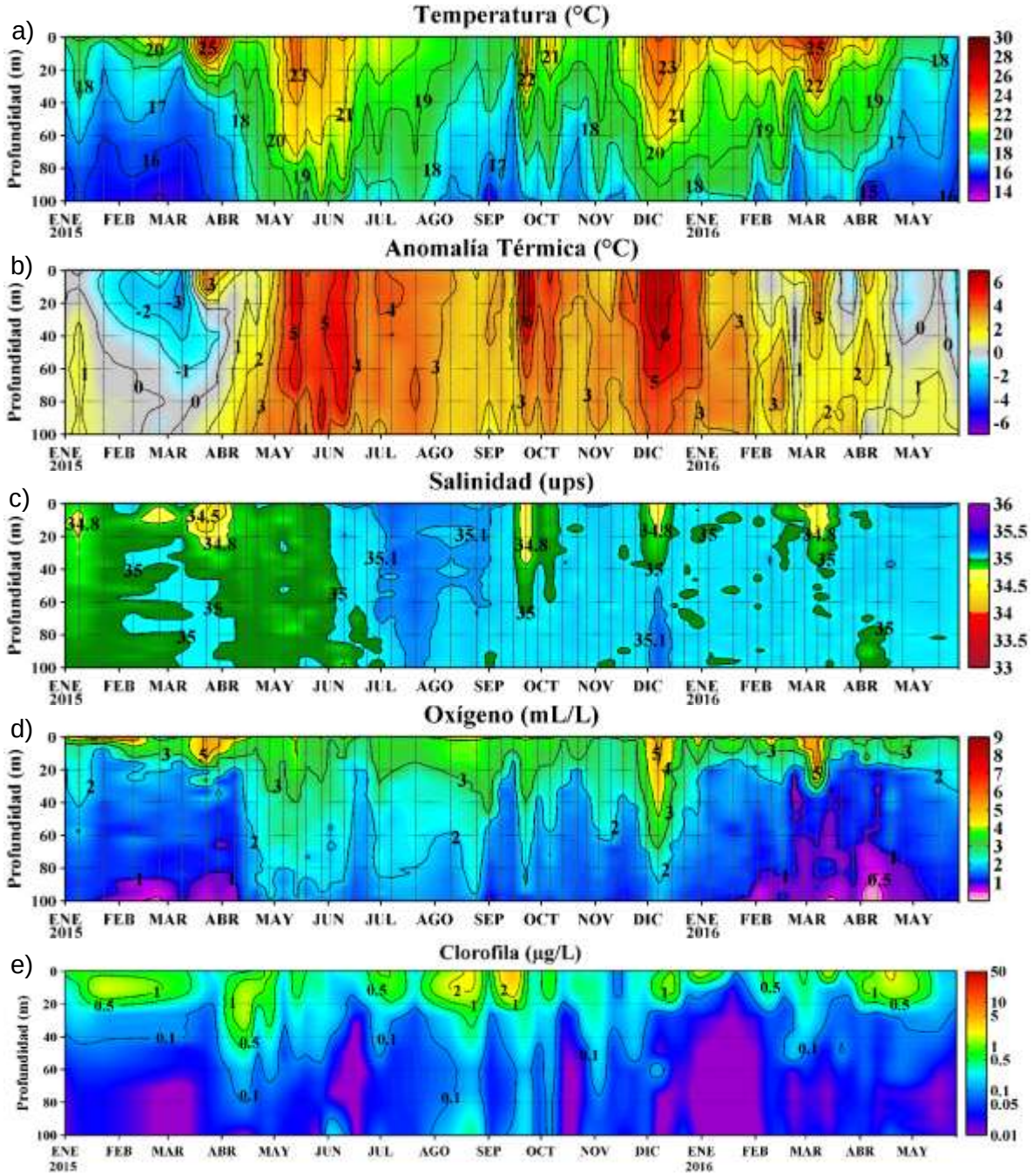


Figura 3.2.4.3 Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L) y e) Clorofila (µg/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 27 de mayo de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

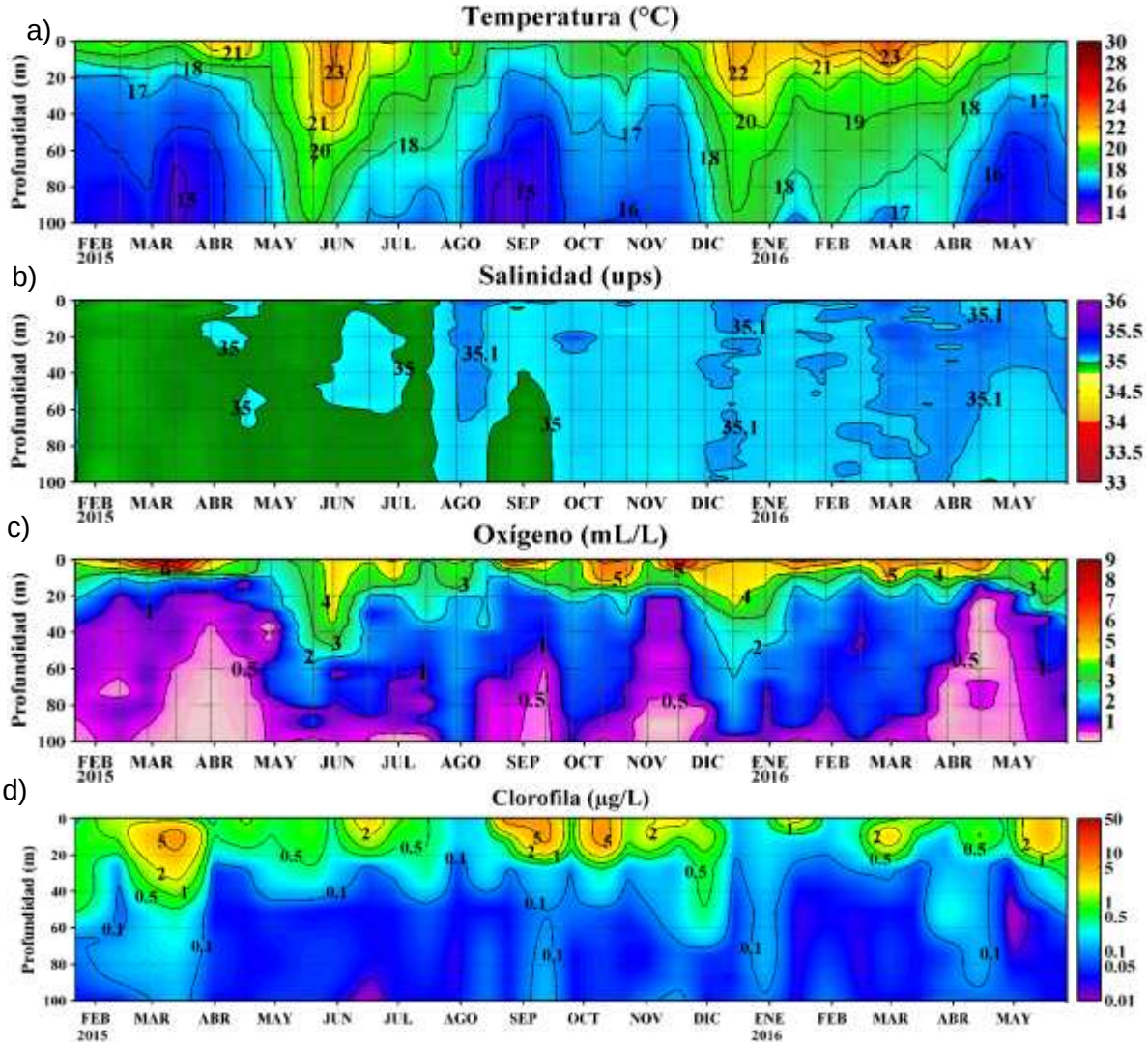


Figura 3.2.4.4. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L) y d) Clorofila (µg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 27 de mayo de 2016. Fuente: IMARPE.

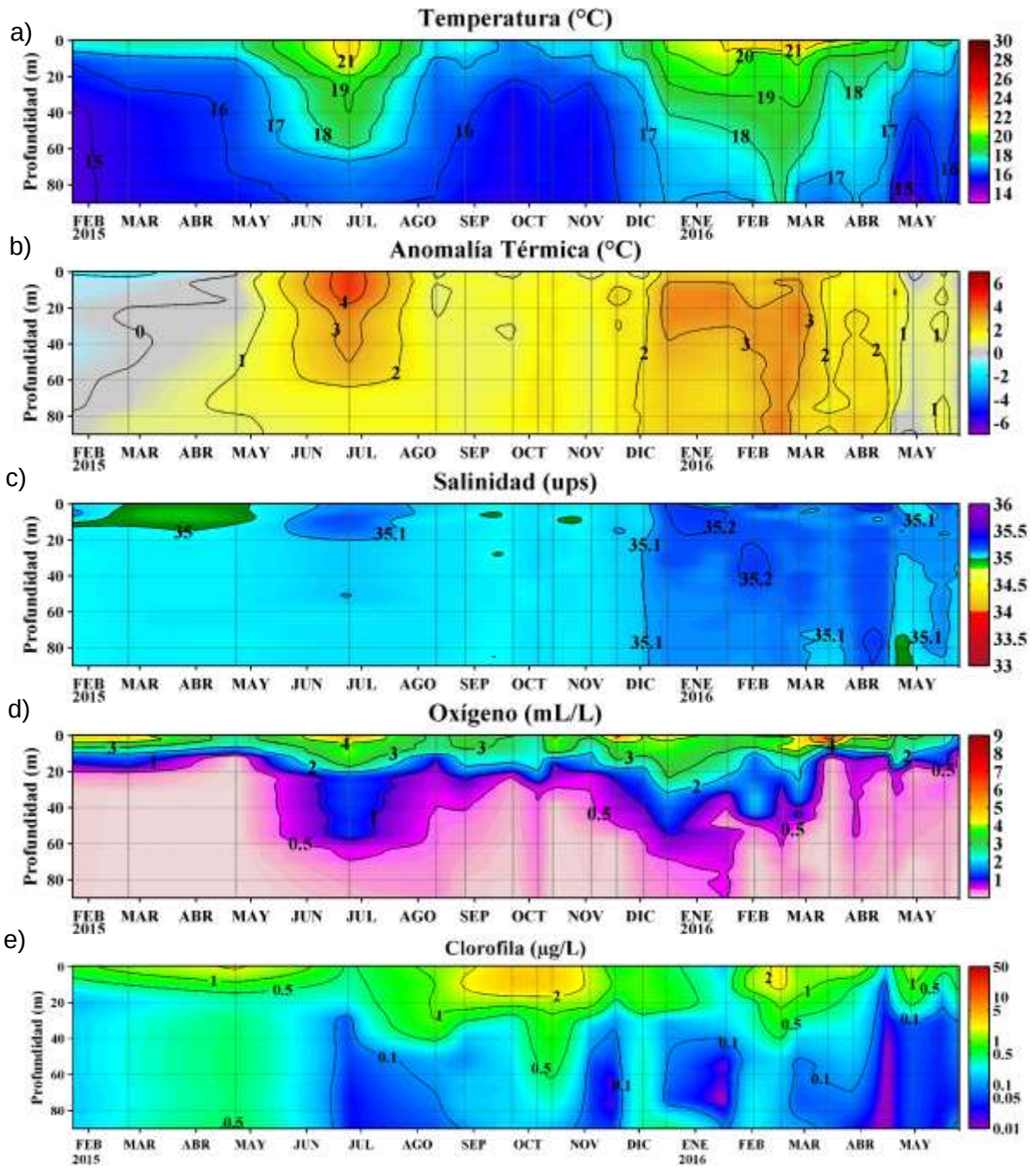


Figura 3.2.4.5. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L) y e) Clorofila (µg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 24 de mayo de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

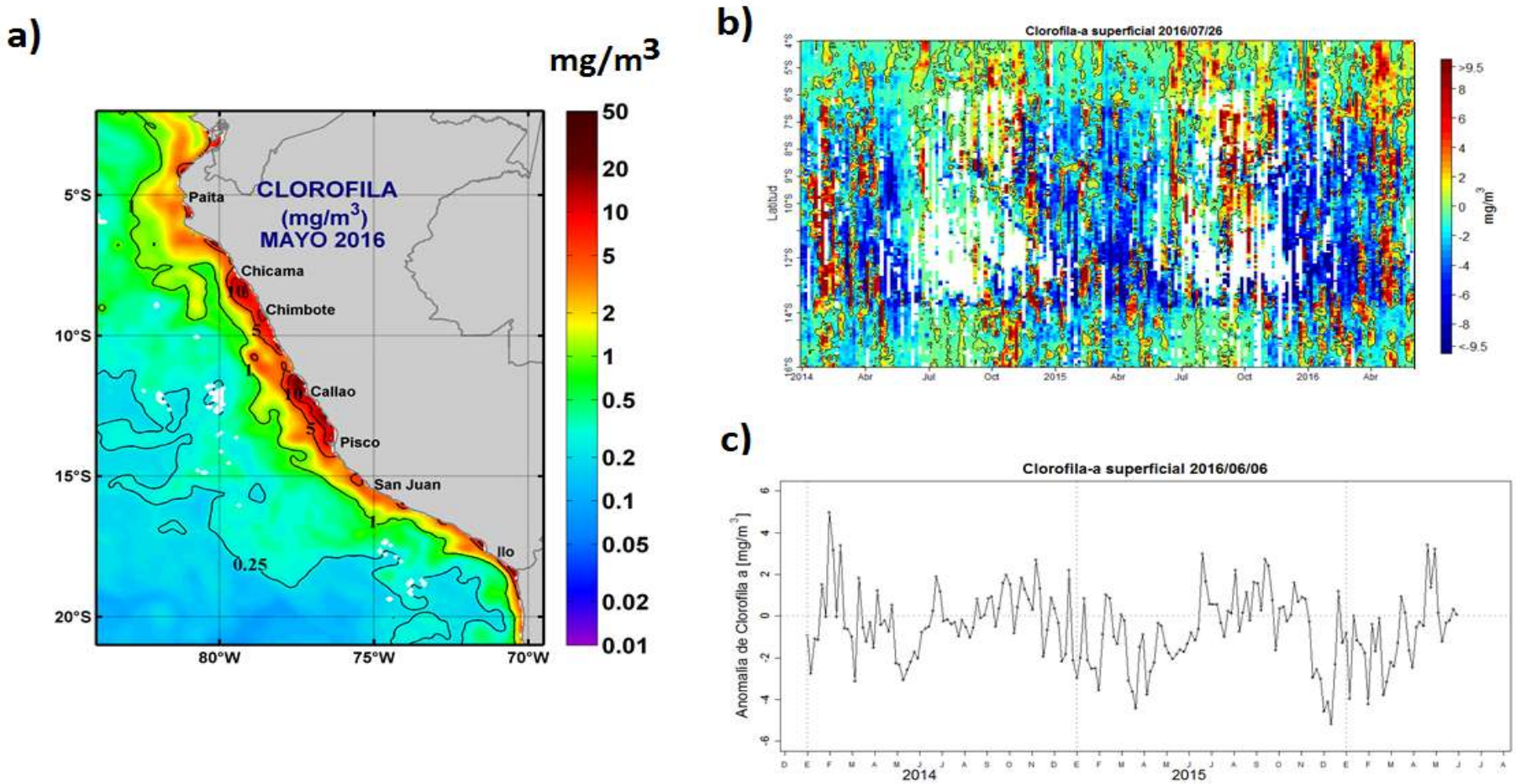


Figura 3.2.5.1. Clorofila satelital promedio para el mes de mayo del satélite MODIS frente a Perú (a). Diagrama Hovmöller latitud-tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital a lo largo de la costa peruana (b) y series de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100km de la costa) provenientes del satélite MODIS.

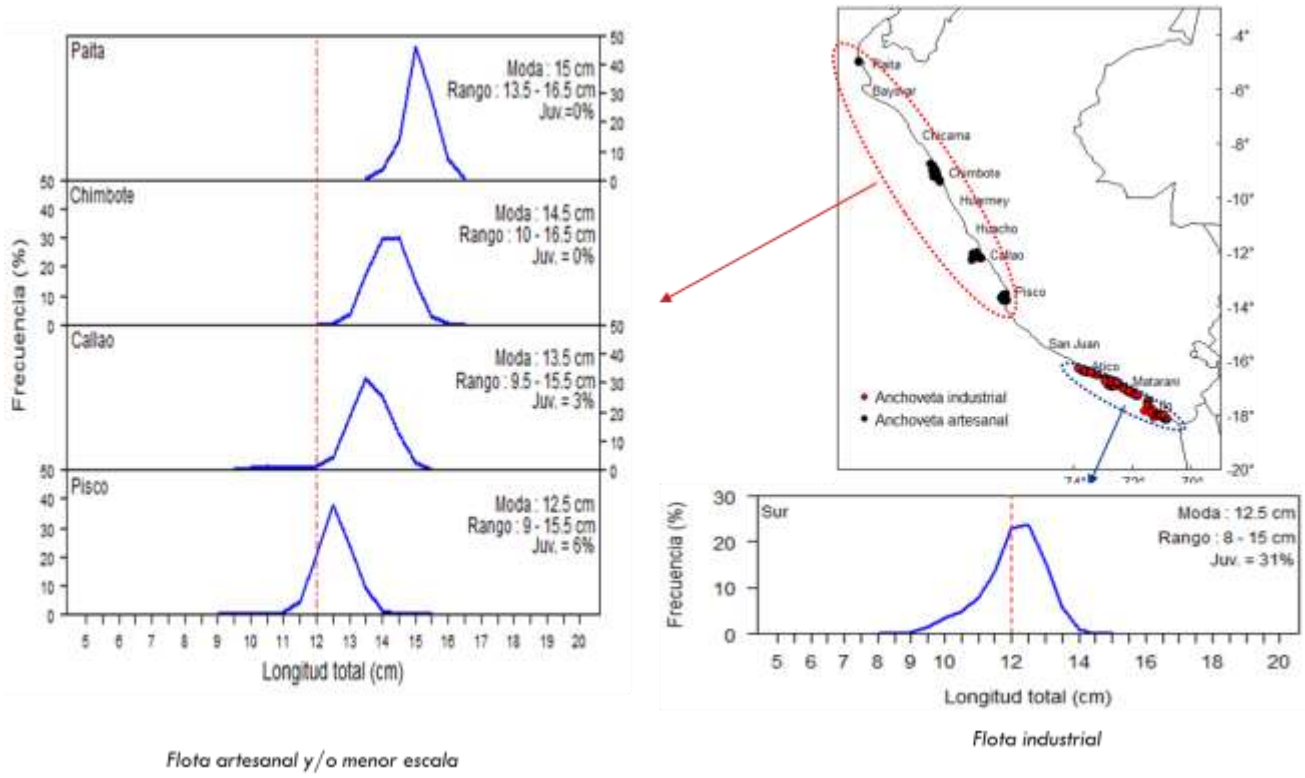


Figura 3.2.6.1. Estructura mensual de tallas de anchoveta en los puertos de la región norte (Paita, Chimbote, Callao y Pisco) y la región sur.
Fuente: AFIRNP/IMARPE.

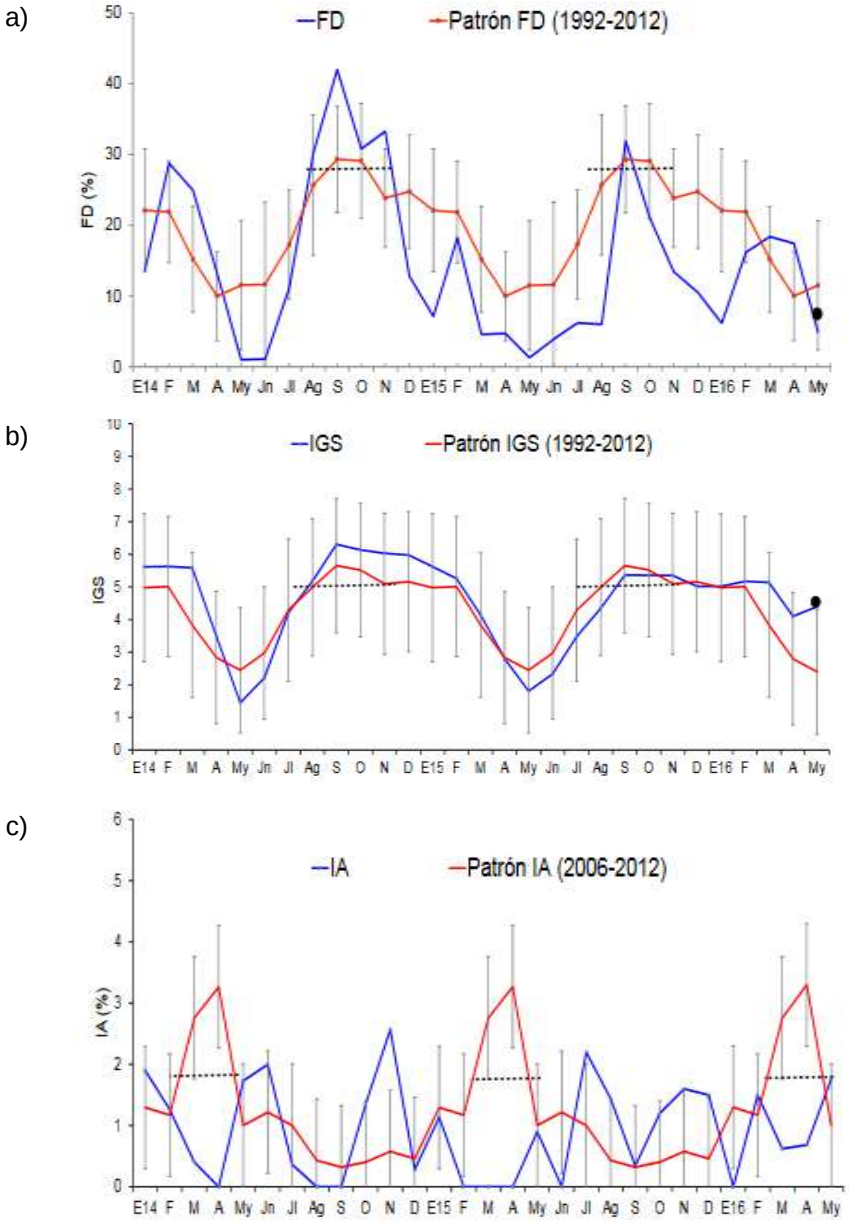


Figura 3.2.6.2. Indicadores reproductivos, a) Fracción Desovante (FD), b) Índice Gonadosomático (IGS) y c) Índice de atresia del stock norte–centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2014 – mayo 2016. Fuente: LBR/IMARPE

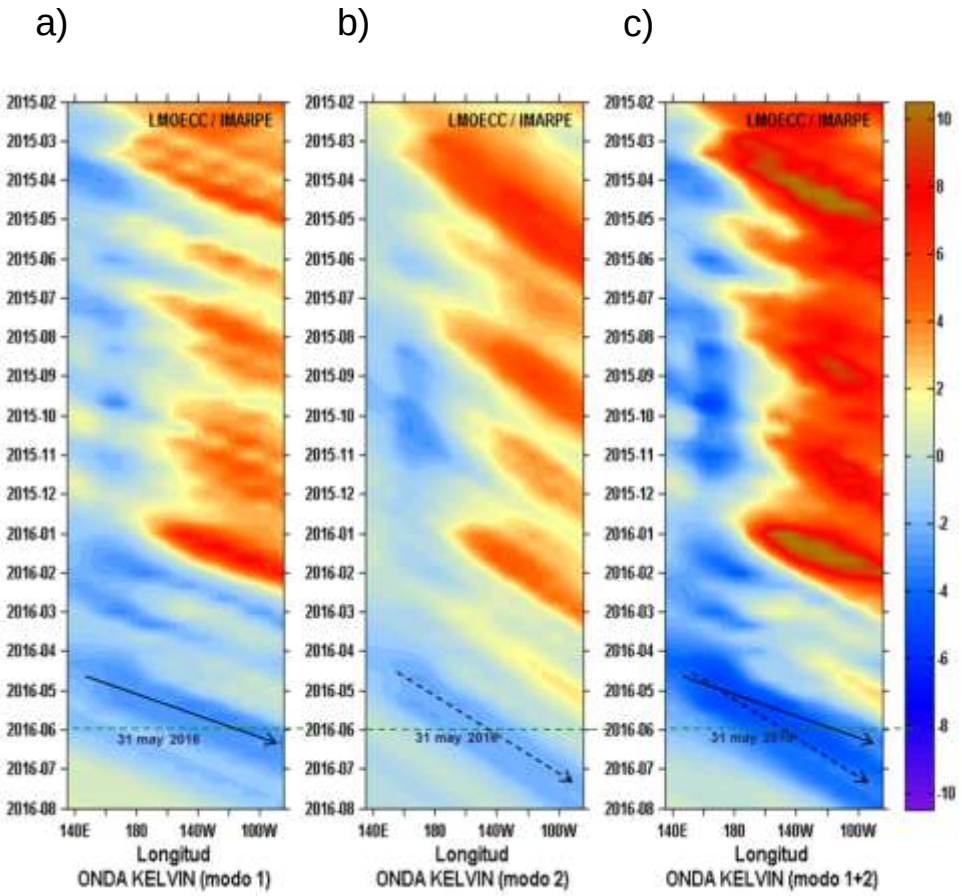


Figura 4.2.1.1. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2 de la isoterma de 20 C (m) en la Pacifico Ecuatorial (2°S y 2°N). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

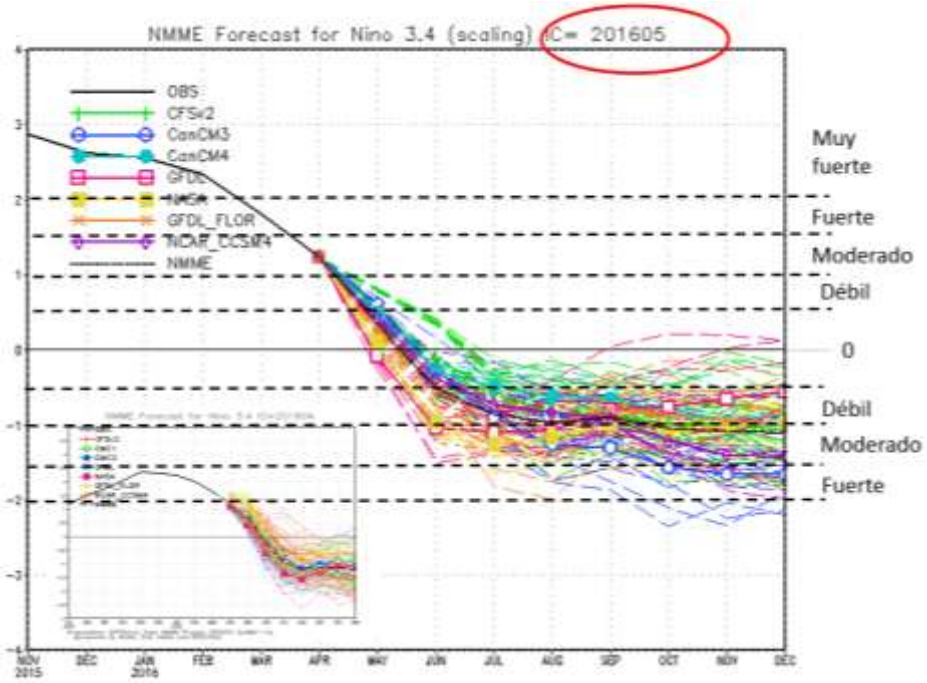


Figura 4.2.2.1. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

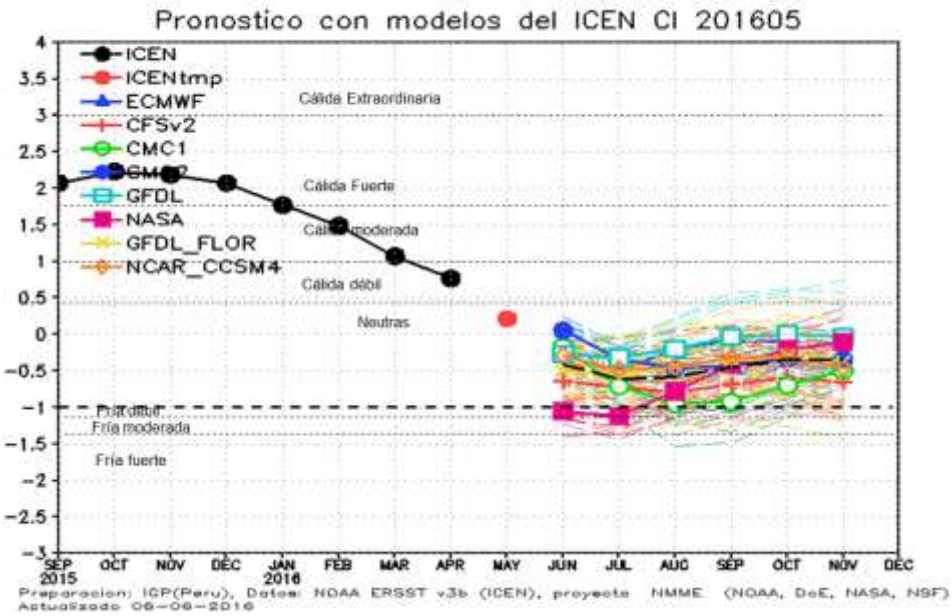


Figura 4.2.2.2. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, NCAR y el modelo ECMWF tienen como condición inicial el mes de mayo de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.

8. TABLAS

Tabla 3.2.2.1 Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de mayo. Fuente ANA.

ANA

CUADRO: PERÚ: VOLUMEN DE AGUA ALMACENADO EN RESERVORIOS PRINCIPALES

Zona	Nombre del Reservorio	Fecha del dato	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm3)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				CHI	Almacenada	
Costa - Norte	POECHOS	03-jun	Piura	396.1	407	100
Costa - Norte	SAN LORENZO	03-jun	Piura	193	190.4	98.6
Costa - Norte	TINAJONES	03-jun	Lambayeque	319	143.5	45
Costa - Norte	GALLITO CIEGO	03-jun	Cajamarca	366	256.4	70.1
Costa - Centro	VICONGA	05-jun	Lima	30	19.2	63.9
Costa - Sur	CHOCLOCOCHA	06-jun	Huancavelica	131.1	63.8	48.6
Costa - Sur	CONDOROMA	06-jun	Arequipa	259	194.8	75.2
Costa - Sur	EL PAÑE	06-jun	Cusco	99.6	38.6	38.7
Costa - Sur	LOS ESPAÑOLES	06-jun	Arequipa	9.1	2.3	25.3
Costa - Sur	PILLONES	06-jun	Arequipa	76.9	62.7	81.6
Costa - Sur	EL FRAYLE	06-jun	Arequipa	127.2	109.2	85.8
Costa - Sur	AGUADA BLANCA	06-jun	Arequipa	30.4	16.9	55.7
Costa - Sur	CHALHUANCA	06-jun	Arequipa	25.2	16.7	66.3
Costa - Sur	SAMPUTAÑE	06-jun	Puno	40	23.8	59.5
Costa - Sur	PASTO GRANDE	03-jun	Moquegua	175	83.9	47.9
Costa - Sur	PAUCARANI	03-jun	Tacna	8.5	4.5	53.2
Costa - Sur	ARICOTA	06-jun	Tacna	260	189.6	72.9
Costa - Sur	JARUMAS	31-may	Tacna	12.5	9.5	76.1
Sierra - Centro	CUCHOQUESERA	06-jun	Ayacucho	80	53.1	66.4
Sierra - Sur	LAGUNILLAS	30-may	Puno	500	429	85.8
Situación Nacional		-	-	3158.6	2314.9	73.8

Tabla 3.2.3.1 Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2015 a abril de 2016 y el estimado (ICENtmp) para mayo 2016 (usando ERSST v3b para abril y mayo, y pronóstico con modelos NMME para junio). Fuente IGP

Mes	ICEN	Categoría
08/2015	2.15	Cálida Fuerte
09/2015	2.07	Cálida Fuerte
10/2015	2.23	Cálida Fuerte
11/2015	2.18	Cálida Fuerte
12/2015	2.07	Cálida Fuerte
01/2016	1.77	Cálida fuerte
02/2016	1.49	Cálida Moderada
03/2016	1.07	Cálida Moderada
04/2016	0.77	Cálida Débil

Mes	ICENtmp	Categoría
05/2016	0.21 *	Neutra
06/2016	-0.22**	Neutra

Tabla 3.2.3.2 Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de enero a mayo del 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	Anomalías de la TSM (°C)					Anomalías de la NMM (cm)				
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
Talara	1.3	-0.8	0.2	0.2	-0.9	5	8	4	0	1
Paita	1.6	-0.1	0.8	0.7	0.2	8	10	5	-1	2
Isla Lobos de Afuera	2.4	0.5	1	0.9	-0.3	7	7	2	-3	0
Chimbote	2.7	2.4	3.2	3.2	0.7	5	11	2	-6	0
Callao	3.5	2.9	1.7	1.7	1.1	2	7	-3	-5	-3
San Juan	2.0	1.8	1.4	1.6	0.6	6	9	1	0	2
Mollendo	2.3	2.4	1.9	0.8	1.0	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	7	10	2	1	1
Ilo	2.0	2.5	1.8	0.7	0.4	-	-	-	-	-

Tabla 4.2.2.1. Pronósticos de ICEN (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2) por modelos de NMME inicializados en mayo 2016. Para AMJ en los modelos se tomó como complemento la anomalía de ERSSTv3 de abril. La media corrida AMJ de CFS2 fue con ERSST abril y pronóstico de junio (no hay dato para mayo).

Modelo	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2		-0.64	-0.72	-0.79	-0.69	-0.59	-0.65
CMC1		-0.17	-0.71	-0.95	-0.92	-0.70	-0.50
CMC2		0.06	-0.35	-0.46	-0.43	-0.33	-0.34
GFDL		-0.27	-0.32	-0.19	-0.03	0.01	-0.03
NASA		-1.05	-1.12	-0.78	-0.41	-0.20	-0.10
GFDL_FLOR		-0.51	-0.55	-0.44	-0.35	-0.30	-0.37
NCAR_CCSM4		-0.29	-0.48	-0.45	-0.32	-0.31	-0.46
NMME		-0.41	-0.61	-0.58	-0.45	-0.35	-0.35
ECMWF			*-0.5*	*-0.2*	*-0.1*	*-0.1*	
ICENtmp	0.21						