**COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO**

# INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 2 N°10

Octubre 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*:
Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada
Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (Imarpe)
*Vice-Presidente*:
Dr. Ronald Woodman
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 Blasquet

**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° 10, octubre de 2016**,** 49 p.

El Informe Técnico Enfen de octubre 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, octubre 2016

Análisis mensual de los impactos [illegible] Oscilación del Sur en las condiciones meteorológicas [illegible] gráficas, biológico-pesqueras e hidrológicas del mes [illegible] 2016 en el Perú y las perspectivas de variabilidad.

ANA
Autoridad Nacional del Agua

Senamhi

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

IGP
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

# 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, 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 quincenalmente en períodos de contingencia como el actual y en forma mensual en periodos normales, así como una versión extendida “Informe Técnico” de carácter mensual. 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,

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada
Presidente del Comité Multisectorial para
El Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

ÍNDICE

**RESUMEN** ..... **8**
**1. INTRODUCCIÓN** ..... **9**
**2. MATERIALES Y MÉTODOS** ..... **10**
**2.1.** VARIABLES ..... 10
**2.2.** ÍNDICES ..... 10
**2.3.** MODELOS DE PRONÓSTICO ..... 10

**3. CONDICIONES OBSERVADAS EN OCTUBRE** ..... **12**
**3.1.** CONDICIONES A MACROESCALA ..... 12
**3.1.1.** Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial ..... 12
**3.1.2.** Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial ..... 13

**3.2.** CONDICIONES A ESCALA REGIONAL ..... 13
**3.2.1.** Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental ..... 13
**3.2.2.** Vientos costeros y temperatura del aire ..... 13
**3.2.3.** Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico ..... 14
**3.2.4.** Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana ..... 14
**3.2.5.** Condiciones físicas subsuperficiales frente al litoral peruano ..... 15
**3.2.6.** Oxígeno, Nutrientes y Productividad en la costa peruana ..... 16
**3.2.7.** Recursos pesqueros e indicadores biológicos ..... 17

**4. PRONÓSTICO** ..... **17**
**4.1.** A CORTO PLAZO (SEMANAS) ..... 17
**4.2.** A MEDIANO PLAZO (HASTA 3 MESES) ..... 18
**4.3.** A LARGO PLAZO (MÁS DE 3 MESES) ..... 18

**5. CONCLUSIONES** ..... **19**
**6. REFERENCIAS** ..... **20**
**7. FIGURAS** ..... **22**
**8. TABLAS** ..... **45**

**Figuras:**


| | | |
|---|---|---|
| 3.1.1.1 | Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de octubre, b) 10 de octubre, c) 20 de octubre, y e) 06 de noviembre de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN. | 22 |
| 3.1.1.2. | Anomalía de TSM durante algunos eventos Niño, en la región Niño 1+2 (a) y región Niño 3.4 (b), año 1973-74 (rojo),1983-1984 (verde), 1998-99 (azul). Anomalía de TSM en algunos eventos Niña, en la región Niño 1+2 (c) y región Niño 3.4 (d), año 1985-86 (rojo), 1988-89 (verde), 2007-08 (azul), 2010 -11 (verde oscuro), 2013-14 (morado). | 23 |
| 3.1.1.3. | Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de noviembre del 2015 a octubre 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. | 24 |
| 3.1.1.5. | a) Diagrama Hovmöller de anomalías de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) desde el mes de octubre de 2105 hasta agosto de 2016; datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de octubre 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 enero hasta el mes de octubre. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP. | 26 |
| 3.1.1.7. | Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central (170°E-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de octubre. 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 octubre del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL. | 27 |
| 3.1.1.9. | 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 |
| 3.1.1.10. | Análisis de la Circulación Atmosférica Ecuatorial de este a oeste para el mes de junio 2016. a) Promedio del mes de setiembre y b) Climatología del mes de octubre. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA. | 29 |
| 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) 7 de octubre, b) 17 de octubre, c) 22 de octubre, d) 27 de octubre, e) 1 de noviembre y f) 6 de noviembre 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 octubre 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. | 30 |
| 3.2.1.2. | Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondientes al mes de octubre, 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. | 31 |
| 3.2.2.1. | a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de mayo de 2016 al 02 de noviembre del 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE. | 32 |
| 3.2.2.2. | Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a agosto de 2016. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI. | 32 |
| 3.2.3.1 | Series de tiempo actualizados a fines de octubre, de los caudales diarios (m3/s) de los principales ríos del Perú, entre setiembre-2015 a octubre-2016: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rimac, e) Majes, f) Chili, de la vertiente del pacífico; g) Huancané y h) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015-2016, rojas: Promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente: ANA. | 33 |
| 3.2.4.1. | Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016 (negro). Fuente IGP. | 34 |

| | | |
|---|---|---|
| 3.2.4.2. | Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta octubre del 2016; a) Series diarias y b) Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, c) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE. | 35 |
| 3.2.4.3. | Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a octubre del 2016, a) Series diarias y b) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN, c) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2016; Fuente AVISO – IMARPE. | 36 |
| 3.2.5.1. | 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, realizada durante el 27 y 28 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE. | 37 |
| 3.2.5.2 | Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 17 y 18 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE. | 37 |
| 3.2.5.3 | 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) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 28 de octubre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE. | 38 |
| 3.2.5.4 | 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), d) Silicaros (µM) y e) Clorofila (µg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 31 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE. | 39 |
| 3.2.5.5 | 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), e) Silicatos (µM) y f) Clorofila (µg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 01 de noviembre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE. | 40 |
| 3.2.6.1. | Clorofila satelital promedio para el mes de setiembre (a) y octubre (b) del satélite MODIS frente a Perú y la serie 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 entre enero del 2014 a octubre del 2016 (c). | 41 |
| 3.2.7.1. | Distribución de la flota artesanal de anchoveta (a) y estructura de tallas por captura (b) durante octubre 2016. **Fuente**: LBR/IMARPE. | 42 |
| 3.2.7.2 | Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2013 – octubre 2016. **Fuente**: LBR/IMARPE | 43 |
| 4.1.1 | Diagramas Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacifico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby) (a) y Modelo oceánico de complejidad intermedia: Modo 1 (b), Modo 2 (c), Modos 1+2 (d) de la isoterma de 20°C, en metros. La línea discontinua horizontal indica el inicio del pronóstico. | 44 |
| 4.2.2.1 | Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA. | 45 |
| 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 noviembre de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW. | 45 |


## Tablas


| | | |
|---|---|---|
| Tabla 2.1.1. | Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe | 11 |
| Tabla 3.2.3.1. | Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de octubre. Fuente ANA. | 46 |
| Tabla 3.2.4.1. | Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de enero a noviembre del 2016. Además el ICENtmp para octubre y noviembre del 2016 Fuente IGP. | 47 |
| Tabla 3.2.4.2. | Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre mayo - octubre de 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN. | 48 |
| Tabla 4.2.1 | Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de noviembre de 2016. Para el trimestre OND, el dato mensual de octubre es dato observado de ERSSTv3. | 48 |
| Tabla 4.3.1 | Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño costero – La Niña costera en el verano 2016-2017 (diciembre 2016-marzo 2017) | 49 |
| Tabla 4.3.2 | Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacifico Central en el verano 2016-2017 (diciembre 2016-marzo 2017) | 49 |

## RESUMEN

El Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar y actualizar información de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas correspondiente al mes de octubre de 2016 y sus perspectivas.

En la región del Pacífico Central (Niño 3.4), la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) continuó con una tendencia negativa, con un valor mensual de -0,70°C. La actividad convectiva, la subsidencia y el viento zonal en el Pacífico Central mostró un acoplamiento favorable al enfriamiento. La sexta onda Kelvin fría, formada a fines de setiembre, continuó su propagación hacia la costa sudamericana, lo que ha contribuido a la reducción de la temperatura en el Pacífico Central y Oriental. Asimismo, la termoclina ha continuado mostrando una inclinación este-oeste ligeramente mayor a lo normal. Además, a fines de octubre e inicios de noviembre se registró un nuevo pulso de vientos del este, al oeste de la línea de cambio de fecha.

En el Pacífico Ecuatorial Oriental (región Niño 1+2, frente a la costa norte de Perú y la costa del Ecuador), la anomalía de la TSM descendió ligeramente a +0,36°C en promedio (Figura 1b). El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para setiembre fue +0,14°C (Condición Neutra) y el estimado para octubre también es de condición neutra.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó, en general, una intensidad de débil a normal. Sin embargo, entre los días 16 y 20 de octubre, se presentó una intensificación de este sistema atmosférico. El mismo patrón temporal fue mostrado por los vientos costeros, que en general fueron más débiles al norte de los 7°S.

Las temperaturas extremas del aire continúan mostrando anomalías positivas, principalmente en la temperatura máxima, desde el fin del evento El Niño costero (junio). En la costa norte se presentaron anomalías de +2,1°C para la temperatura máxima y +0,3°C para la temperatura mínima. En la costa central, las anomalías fueron de +2,3°C en la temperatura máxima y +1,1°C en la temperatura mínima, mientras que en la costa sur, las anomalías fueron de +0,9°C y +1,0°C, respectivamente.

La anomalía mensual de la TSM en el litoral promediada entre Paita e Ilo se mantuvo en el valor de +0,6°C. En cambio, en Talara la TSM tuvo una anomalía negativa de -1,7°C (Figura 2).

Las aguas oceánicas (con valores de salinidad mayores a 35,1 ups) continuaron mostrando un acercamiento hacia la costa, principalmente entre Chimbote y Huacho, hasta una distancia promedio de 15 millas de la costa. En cambio, las aguas costeras frías (menos salinas) al sur de Pisco y frente a San Juan se extendieron hasta una distancia de 60 millas desde la costa.

Durante octubre, en la sección oceanográfica de Paita se observó anomalías negativas de hasta -1,5°C sobre los 50 m de profundidad dentro de las 60 millas de la costa.

Frente a Chicama persistieron anomalías positivas de temperatura mayores a +1,0°C fuera de las 60 millas y hasta los 50 metros de profundidad, asociados a la presencia de aguas subtropicales superficiales (ASS), mientras que cerca de la costa se presentaron condiciones neutras. Frente a Chimbote la aproximación de las ASS ocupó una capa de 60 m, generando anomalías de temperatura de hasta +2°C a 30 millas de la costa.

La superficialización de la termoclina en el Pacífico Oriental y el arribo de la quinta onda Kelvin fría, formada a fines de julio e inicios de agosto, habrían contribuido en el desarrollo de la anomalía negativa de la temperatura en la columna de agua frente a la costa norte durante octubre.

Los caudales de los ríos de la costa presentaron un comportamiento hídrico en promedio descendente y con valores que se encontraron por debajo del promedio histórico. Los reservorios en la costa norte y sur vienen operando, en promedio, al 30% y 45% de su capacidad hidráulica útil respectivamente.

La clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, que es base de la cadena alimenticia en el mar, presentó un incremento significativo en sus concentraciones a lo largo de la mayor parte de la franja de 60 millas frente a la costa, alcanzando los niveles más altos desde el 2013 para la temporada. Respecto a la anchoveta, continuó el proceso reproductivo principal de la especie de invierno – primavera. Persistió la presencia de caballa, asociada a la presencia de las ASS frente a la costa central.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS), es el proceso más importante que influye en la variación de las condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico, manifestándose en sus fases ‘cálida’ y ‘fría’, conocidas como El Niño y La Niña respectivamente. Debido a los diversos efectos de este proceso en los ecosistemas, que a su vez repercuten en los sistemas socioeconómicos, cada vez hay un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen en su desarrollo, como en optimizar 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 para el Estudio 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 provenientes de North American Multi-Model Ensemble (NMME). 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 "escaterómetro" 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 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 |
| | Indicadores de masas de agua del plancton | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | IMARPE |
| | Distribución de especies incidentales | | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | IMARPE |
| **VARIABLES HIDROLÓGICAS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caudal de ríos | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | ANA |
| | Capacidad hidráulica de reservorios | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | ANA |

# 3. CONDICIONES OBSERVADAS EN OCTUBRE

## 3.1 CONDICIONES A MACROESCALA

### 3.1.1 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

Durante octubre, las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial se mantuvieron con valores negativos, con mayor intensidad en la región Central-Occidente durante casi todo el mes, mientras que, en la región Este y próximo al continente se observaron anomalías positivas (Figura 3.1.1.1). Se mantuvo una tendencia negativa de las anomalías de TSM en el Pacífico Ecuatorial Central hacia valores más negativos, siendo muy próximos a los valores alcanzados en los años 2007 y 2010 (Figura 3.1.1.2.a). En el Pacífico Ecuatorial Oriental (Niño 1+2), en promedio, las anomalías de TSM se mantuvieron ligeramente positivas (Figura 3.1.1.2 b, Figura 3.1.1.3).

El Índice de Oscilación del Sur calculado para el mes de agosto es de -4,3 (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 Central – Oriental (170°W – 100°W y 5°S - 5°N) presentó un valor similar respecto al mes anterior; mayor al año 1983 y muy próximo al año 1998 y 2007 en el mismo período estacional (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 aumentaron respecto al mes anterior (Figura 3.1.1.7).

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se observaron ligeras anomalías de viento del oeste al norte del ecuador (~10°) en el Pacífico Central-Oriental, entre los 140°W – 110°W aproximadamente, mientras que al sur de 10°S entre 100°W y 80°W se observaron condiciones normales de vientos (Figura 3.1.1.8.a). En los niveles altos (200 hPa), sobre el Pacífico Central se observaron condiciones normales del viento, mientras que, sobre el Pacífico Este (entre 100°W y 80°W) se observaron anomalías del viento del oeste, el cual es indicador de un patrón de subsidencia sobre este sector. Las anomalías del oeste en este nivel sobre el sur del país, inhibieron en general, el normal desarrollo de precipitaciones (Figura 3.1.1.8.b).

Adicionalmente, sobre la región Ecuatorial, la anomalía del esfuerzo de viento zonal calculado desde el satélite ASCAT, muestra valores cercanos a cero, indicando condiciones normales sobre el Pacífico Oriental y Occidental con valores entre $-5 \times 10^{-2}$ $Nm^{-2}$ y +5 x10-2 $Nm^{-2}$ (Figura 3.1.1.9 a).

Las secciones verticales a lo largo de la franja ecuatorial mostraron mayor subsidencia sobre el Pacífico Central-Occidental. Los valores mostraron su mayor intensificación de subsidencia entre 140°E y 160°E en niveles medios y altos en comparación a los meses anteriores, atenuando en general las convecciones profundas en esta región. Sobre el Pacífico Oriental los valores se encontraron próximos a su climatología, entre 140°W y 80°W, lo que indica condiciones normales para esta región (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 30 m por encima de su posición climatológica en la región que va de 110°W a 90°W, asociada a la presencia de pulsos significativos del este (anomalía hasta de -30x$10^{-2}$$Nm^{-2}$) entre los 150°E y 160°W en la franja ecuatorial, de acuerdo al monitoreo de los vientos estimados del satélite ASCAT (Figura 3.1.1.9 a). La anomalía más negativa de la isoterma de 20°C se detectó en la región alrededor de 140°W, hasta unos 50 metros por encima de su posición normal (Figura 3.1.1.9 b y Figura 3.1.1.9 c). Los datos de altimetría satelital (Jason-2) mostraron anomalías positivas de la altura del nivel del mar en el Pacífico Oriental (110°W-90°W) hasta de +10 cm y en el Pacífico Central (140 °E-170°E) de hasta +30 cm (Figura 3.1.1.9 d).

En cuanto a la temperatura sub-superficial, a inicios de mes se presentó un núcleo de hasta -3°C a 120 – 150 m de profundidad entre los 140°E y 160°E, el cual a finales del mes se intensificó con anomalías de hasta -4°C alrededor de 140°W a 120 m de profundidad (Figura 3.1.2.1). Por otro lado, la diferencia zonal de la profundidad de la termoclina entre W y E mostró un valor mayor a lo normal durante el mes en el Pacífico Ecuatorial, es decir la termoclina ligeramente con más inclinación mientras que el contenido de calor del Pacífico Ecuatorial continuó por debajo de su valor climatológico (Figura 3.1.2.2).

El ONI (Oceanic Niño Index) que es calculado en base a las ATSM en la región El Niño 3.4, presentó valores de -0,73 para setiembre indicando la presencia de un evento La Niña débil en el Pacífico Ecuatorial Central. El ONItmp para el mes de octubre fue de -0,76 (Tabla 3.1.2.1).

## 3.2 CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

### 3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental

El campo de presiones frente al litoral costero presentó en promedio un comportamiento dentro de lo normal (Figuras 3.2.1.1 a). El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó algunos episodios de intensificación, principalmente durante la segunda quincena, sin embargo, resultando en promedio con una ligera anomalía negativa en su núcleo (-1hPa) (Figuras 3.2.1.1 b).

Con respecto al esfuerzo de viento promedio, se observó un ligero debilitamiento en su intensidad con respecto al mes anterior en la región más próxima al litoral peruano (Figura 3.2.1.2).

### 3.2.2. Vientos costeros y temperatura del aire.

De acuerdo a los datos del satélite ASCAT, la velocidad de viento superficial en la franja costera de 40 km frente al litoral 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-suroeste (SSO): entre 5°S y 15°S predominaron vientos del sur-sureste (SSE), mientras que al sur de los 15°S se presentaron vientos de dirección sureste (SE) (Figura 3.2.2.1 a). En general, predominaron condiciones neutras a ligeras anomalías negativas en gran parte de la costa peruana, a excepción de la tercera semana, en la cual se registraron anomalías positivas de hasta +2 m/s al sur de los 10°S (Figura 3.2.2.1 b).

Los registros de la temperatura del aire a nivel de superficie en el litoral peruano, mostraron en promedio anomalías positivas de la temperatura máxima, con valores de hasta +3,1°C en la estación de Campo de Marte (Lima), +3,0°C en la estación Puerto Pizarro (Tumbes), +2,6°C en la estación San Miguel (Piura), +2,4°C en la estación Trujillo (La Libertad) y +2,2°C en la estación de Huarmey (Ancash). Por otro lado, la temperatura mínima registró frente a la costa central y la costa sur anomalías de +1,0°C en promedio, a excepción de las estaciones Puerto Pizarro (Tumbes) y Chusis (Piura) que presentaron anomalías negativas de -1,0°C y -0,7°C respectivamente (Figura 3.2.2.2).

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

Durante el mes de octubre la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se presentó alrededor de los 10°N en el Pacífico centro-oriental; con una ligera inclinación hacia el sur (~5°N) en su cercanía al Pacífico occidental; en general hallándose ligeramente hacia el norte en comparación a su climatología.

Sobre el territorio nacional, las mayores precipitaciones se dieron sobre el lado oriental de los Andes, sobre la región andina y zonas de selva; en cambio, condiciones deficitarias de precipitación se presentaron sobre el lado occidental sur y norte de los Andes peruanos (Figura 3.2.1.2 a, b). Al finalizar octubre, los ríos monitoreados del país mostraron características propias del período de estiaje, en su mayoría con hidrogramas de tipo descendente y con caudales promedios diarios por debajo de los normales históricos (Figura 3.2.3.1).

Las reservas hídricas en la costa norte promediaron el 30% respecto a la capacidad hidráulica de los principales embalses, lo que representa una disponibilidad hídrica limitada. En el sur, el sistema hidráulico Colca – Chili (Arequipa) operó en promedio al 40%, mostrando hidrogramas descendentes. En Pasto Grande (Moquegua), el nivel llegó hasta el 33%. Los de Tacna (Aricota, Jarumas y Paucarani) están en promedio al 63% de su capacidad hidráulica. En la costa sur los embalses mostraron una tendencia decreciente, operando en promedio al 45% de su capacidad hidráulica útil (Tabla 3.2.3.1).

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

Las series temporales de TSM y sus anomalías hasta fines de octubre del 2016, comparadas con los años, 1985, 1988, 2007 2010 y 2013 (Figura 3.1.1.2).

Indicaron que en la región Niño 1+2, las condiciones térmicas, oscilaron entre valores positivos y negativos, con rangos que estuvieron notablemente por encima de lo que sucedió en dichos años. En la región 3.4, las anomalías térmicas oscilaron en rangos inferiores al 2013, parecidos a 1985 y ligeramente superiores a 1988, 2007, 2010. En general, variaron sin mostrar una clara tendencia durante el último bimestre. Respecto al 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), éste presentó un valor de +0,14 para setiembre del 2016, que correspondió a una condición Neutra (ENFEN, 2012). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp), basados parcialmente en los pronósticos de los modelos numéricos, para octubre y noviembre fueron de +0,12 °C y +0,07 °C, indicando condiciones Neutras para estos dos últimos casos (Figura 3.2.4.1 y Tabla 3.2.4.1).

Frente al litoral peruano, las zonas oceánicas que se hallan fuera de las 150 mn, se caracterizaron por presentar predominantemente condiciones neutras. Mientras que la franja ubicada dentro de las 100 mn, se caracterizó por presentar anomalías positivas, que a inicios de mes fueron débiles (~+1°C), llegaron a mostrar una mayor intensificación y expansión a mediados de mes, presentando celdas que alcanzaron los +3°C frente a la costa central de Perú. Sin embargo a lo largo del litoral peruano permanecieron condiciones de anomalía negativa en una delgada franja, excepto en la zona de Paita, donde se observó una mayor expansión hacia el océano de anomalías negativas, que llegaron a superar los -3°C durante la tercera semana, atenuándose luego en lo que queda del mes (Figura 3.1.1.1).

En las estaciones costeras de la DHN, desde la Isla Lobos de Afuera hasta Ilo, se registró el predominio de anomalías positivas de TSM, alcanzando promedios mensuales de +1,1 °C en Chimbote, seguida en intensidad por +1,0 °C en Callao e Ilo, mientras que, en Talara y Paita se presentaron anomalías negativas con una media de -1,7º y -0,2 °C respectivamente (Tabla 3.2.4.2, Figura 3.2.4.2 a). La media mensual de datos registrados en las estaciones costeras de IMARPE, también mostró el predominio de anomalías positivas de TSM entre Tumbes e Ilo, excepto en Paita y Pisco, donde se observaron anomalías negativas que predominaron durante el mes (Figura 3.2.4.2 b).

Las Anomalías del Nivel Medio del Mar (ANMM) oscilaron entre valores positivos y negativos. En las estaciones costeras de la DHN, los promedios mensuales de ANMM, variaron entre -1 y +3 cm. El valor más bajo se registró en Callao, mientras que los valores más altos estuvieron frente a San Juan (+5 cm), Talara y Paita con +3 cm en estas dos zonas (Figura 3.2.4.3 a). Cerca de la costa, durante la primera quincena predominaron anomalías ligeramente positivas, mostrando una mayor intensificación entre Pisco y Matarani, mientras que durante la segunda quincena predominaron anomalías ligeramente negativas (Figura 3.2.4.3 b). En la franja de 50 mn, el mes de octubre se caracterizó por presentar ligeras anomalías positivas al sur de los 6°S, con una mayor intensificación alrededor de los 11 °S y 12 °S (Figura 3.2.4.3 c).

### 3.2.5 Condiciones físicas subsuperficiales frente al litoral peruano

En la sección de Paita (27 y 28 de octubre), la termoclina se mostró en los primeros 50 m de profundidad. Se apreció una estratificación en la columna de agua sobre los 100 m de profundidad, mientras que la isoterma de 15°C se localizó alrededor de los 100 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 a).

Anomalías térmicas alrededor de -1,5°C se localizaron en los primeros 50 m de profundidad hasta las 60 mn frente a Paita (Figura 3.2.5.1 b). En cuanto a la salinidad, los valores estuvieron en el rango de 34,8 a 35,1 ups, correspondiente a ACF y aguas de mezcla, sobre los 300 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 c). Esta distribución presentó anomalías halinas alrededor de +0,1 ups en los primeros 50 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 d).

Con respecto a la sección de Chicama (17 y 18 de octubre), la termoclina se presentó a 30 - 70 m de profundidad, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 20 y 100 m de profundidad, siendo más somera hacia la costa (Figura 3.2.5.2 a). Esto ocasionó un núcleo con una anomalía térmica de alrededor de +1,5°C, ubicado a los 40 m de profundidad por fuera de las 60 mn frente a la costa (Figura 3.2.5.2 b). La distribución de salinidad mostró la influencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), asociada a salinidades mayores a 35,1 ups, sobre los 50 m de profundidad por fuera de las 40 mn, llegando hasta 35,2 ups (Figura 3.2.5.2 c), detectándose anomalías de hasta +0,1 ups sobre los 40 m de profundidad por fuera de las 60 mn (Figura 3.2.5.2 d).

En la Estación Fija Paita (7 mn de la costa), se registraron temperaturas entre 15° y 17°C sobre los 100 m de profundidad, con un ascenso de las isotermas durante el mes (Figura 3.2.5.3 a). A inicios del mes se registraron anomalías ligeramente positivas (Figura 3.2.5.3 b), sin embargo durante la segunda quincena del mes se registraron leves anomalías negativas en toda la columna de agua. La salinidad exhibió valores entre 35,0 y 35,1 ups durante la primera quincena del mes, indicando la presencia de aguas de mezcla en toda la columna de agua. A finales del mes se registraron valores entre 34,8 y 35,0 ups, correspondientes a ACF, asociados al ascenso de la isoterma de 15°C (Figura 3.2.5.3 c).

En la Estación Fija Chicama (10 mn de la costa), se registraron temperaturas entre 14° y 17°C, (Figura 3.2.5.4 a). La salinidad presentó valores en un rango de 34,8 a 35,1 ups, indicando la presencia de aguas de mezcla y ACF en toda la columna de agua (Figura 3.2.5.4 b).

En la Estación Fija Callao (8 mn de la costa), la temperatura mostró valores en el rango de 14° a 16°C sobre los 90 m de profundidad, las isotermas mostraron un ascenso durante el mes (Figura 3.2.5.5 a). Las anomalías de temperatura mostraron valores alrededor de -1°C hacia finales de octubre por debajo de los 60 m de profundidad (Figura 3.2.5.5 b). Asimismo, las ACF predominaron la mayor parte del mes, asociado a la disminución de temperaturas en la columna de agua (Figura 3.2.5.5 c).

### 3.2.6 Oxígeno, Nutrientes y Productividad en la costa peruana

En las estaciones fijas de Paita y Chicama se observó una superficialización de las iso-oxígenas cerca de la costa durante el mes de octubre, con una isolínea de 1 mL/L a los ~20 m a finales del mes (Figuras 3.2.5.3 d, 3.2.5.4 c). En la estación fija Callao se observó una ligera profundización de las iso-oxígenas por encima de los ~40 m (Figura 3.2.5.5 d).

En las secciones verticales, el límite superior de la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO, 0,5 mL/L) se encontró dentro de los 40 km de la costa frente a Paita (~90 m; Figura 3.2.5.1) y en Chicama (~50 m; Figura 3.2.5.2) se superficializó respecto al mes de setiembre.

En cuanto a la concentración de silicatos, se observó un aumento en las concentraciones en la columna de agua de las estaciones fijas de Chicama y Callao. Las mayores concentraciones de silicatos en la columna de agua fueron detectadas en la estación fija de Callao presentando en superficie (< 20 m) concentraciones de ~15 µmol/L (Figura 3.2.5.5 e), mientras que en Chicama llegaron a ~4 µmol/L en promedio (Figura 3.2.5.4 d).

En las estaciones fijas de Chicama y Callao se observó a inicios del mes mayores concentraciones de clorofila-a (~ 2,5 mg/$m^3$) en superficie (< 20 m) respecto a finales de setiembre; sin embargo, en la últimas semanas de octubre se observó un descenso en ambas estaciones (Figuras 3.2.5.4 e, 3.2.5.5 f). La clorofila-a superficial (satelital) presentó mayores concentraciones respecto a setiembre, con núcleos (> 10 mg/$m^3$) entre los 6°S-9°S y a los 11°S (Figura 3.2.6.1 a, b). Las anomalías de clorofila-a presentaron valores de ~+5 mg/$m^3$ en la primera semana y cercanos a cero en la quincena del mes; sin embargo, en las últimas semanas se observaron valores de ~+9 mg/$m^3$ (Figura 3.2.6.1 c).

### 3.2.7 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

La flota artesanal destinada a la extracción de anchoveta en la región norte-centro se presentó frente a Chimbote, Callao y Pisco dentro de las 10 mn de la costa. La estructura de tallas de anchoveta, dentro de las 10 mn, fue principalmente adulta, con mayor porcentaje de juveniles frente a Callao (6,2%) (Figura 3.2.7.1).

Los índices reproductivos mostraron que la anchoveta del stock norte-centro continúa desovando, presentando valores por encima del patrón de la Fracción Desovante (FD) y del patrón del Índice Gonadosomático (IGS). El Índice de Atresia (IA) presentó valores cercanos a su patrón (Figura 3.2.7.2).

Por otra parte, la caballa se registró frente entre Pimentel y Salaverry entre 120-200 mn de la costa. Frente a Paita, la samasa presentó mayor disponibilidad dentro de las 10 mn de la costa.

## 4. PRONÓSTICO

### 4.1 A corto plazo (semanas)

Los modelos de simulación de las Ondas Kelvin, corridos por IGP e IMARPE, mostraron la continuación de la propagación de la onda Kelvin fría (modo 2) que llegaría a las costas de Sudamérica en noviembre 2016. Por otro lado, otra onda Kelvin fría (modo 2) podría generarse entre fines de octubre e inicios de noviembre 2016, y llegaría a las costas de Sudamérica entre fines de diciembre 2016 e inicios de enero 2017 (Figura 4.1.1).

## 4.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

Para el Pacífico Central (Región Niño 3.4), los 8 modelos del proyecto North American Multi-Model Ensemble NMME (Kirtman et al., 2014; Figura 4.2.2.1) con condiciones iniciales del mes de noviembre, predicen en promedio para los meses de diciembre y enero 2017 condiciones neutras. Considerando los modelos (ECMWF, POAMA, UKMO y MRI), con condiciones iniciales de octubre, 1 modelo indica condiciones frías débiles y 3 modelos condiciones neutras para ambos meses.

Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), de los 7 modelos de NMME inicializados en noviembre, todos indican en promedio que en los meses de diciembre y enero se presentaría condiciones neutras. En general, estos pronósticos indicaron condiciones menos frías que los inicializados en octubre. (Figura 4.2.2.2 y tabla 4.2.1).

El ICENtmp en los trimestres centrados en octubre y noviembre presentarían condiciones neutras, con anomalías de +0,12 y +0,07 °C respectivamente.

## 4.3 A largo plazo (más de 3 meses)

Para el Pacífico Central (Niño 3.4), de los 7 modelos inicializados a principios de noviembre, todos indican condiciones neutras para el verano (diciembre 2016 – marzo 2017). Para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), los 7 modelos también predicen condiciones neutras para el verano, sin embargo, estos pronósticos son menos fríos que los inicializados en el mes de octubre (Tabla 4.2.1).

Las Tablas 4.3.1 y 4.3.2 de acuerdo al juicio experto del comité ENFEN muestran las probabilidades estimadas de las magnitudes de La Niña–El Niño para el verano 2016-2017. El juicio experto se basó principalmente en:

i) El análisis crítico de los resultados actualizados de los modelos de pronóstico de agencias internacionales, los cuales en su mayoría prevén condiciones neutras hacia fines de 2016 en la región Niño 1+2 y entre neutras y frías débiles en la región Niño 3.4 (Figuras 4.2.2.1 y 4.2.2.2);

ii) El análisis del monitoreo del océano y de la atmósfera en el Pacífico Central, que indica una tendencia a la normalización en el contenido de calor del Pacífico Ecuatorial, aunque subsisten condiciones de subsidencia y anomalías negativas de TSM en el Pacífico Central, así como generación de ondas Kelvin frías (Figuras 3.1.1.6, 3.1.1.7, 3.1.1.9, 3.1.1.10 y 3.1.1.2b);

iii) El análisis del monitoreo del océano y de la atmósfera en el Pacífico Oriental, que indica mayoritariamente condiciones en el rango normal tanto en el océano como en la atmósfera (Figuras 3.1.1.2, 3.1.1.3, 3.2.4.1, y 3.2.4.2); y

iv) El análisis retrospectivo/comparativo relativo al desarrollo y transiciones de eventos pasados de El Niño y La Niña, que indica, que a diferencia de los Niños extraordinarios de 1982-83 y 1997-98, la anomalía de la TSM post-evento 2015-2016 es comparativamente menos fría o en el rango neutro en el Pacífico Central y Oriental, respectivamente.

Asimismo, la magnitud de las anomalías negativas en relación a otros eventos La Niña en el Pacífico Central es menor (Figura 3.1.1.2).

En resumen, se estima una mayor probabilidad de que se mantengan las condiciones neutras en el Pacífico Oriental (79%). Para el Pacífico Central, se estiman como más probables las condiciones neutras (70%), seguidas por La Niña débil (26%).

## 5. CONCLUSIONES

En la región Niño 3.4 continuó la tendencia a la disminución de la TSM, mientras que en la región Niño 1+2 la TSM osciló entre valores neutros y ligeramente cálidos durante el mes de octubre. En el Pacífico Oriental, entre 140°W y 80°W, en los niveles bajos de la atmósfera los vientos se comportaron de acuerdo a su patrón climatológico, mientras que en niveles altos se observó anomalías ligeramente negativas.

La ZCIT presentó una posición ligeramente hacia el norte, en comparación con su patrón normal. En el territorio nacional las mayores precipitaciones se dieron sobre el lado oriental de los andes. Los principales ríos mostraron caudales por debajo del histórico. Los embalses continuaron disminuyendo ligeramente en relación al reporte anterior.

La costa peruana dentro de las 100 mn se caracterizó por presentar anomalías positivas en la temperatura superficial del mar que se intensificaron en las últimas semanas. Sin embargo, muy cerca de la costa permanecieron anomalías negativas, excepto en la zona de Paita.

Frente a Paita se observaron condiciones neutras en toda la estructura vertical, salvo en la capa superficial, donde se presentaron anomalías negativas. Frente a Chicama, se observó anomalías positivas en la capa superior por fuera de las 20 mn frente a la costa.

La clorofila-a siguió presentando un incremento significativo en sus concentraciones a lo largo de toda la franja costera.

La anchoveta de la región Norte – Centro se encontró en proceso de desove. Frente a Paita, Pimentel y Salaverry se observó la presencia de especies de aguas cálidas como la caballa y la samasa.

Se prevé que la sexta onda Kelvin fría, formada durante setiembre, estaría arribando a la costa de Sudamérica entre fines de noviembre y diciembre.

Para los siguientes meses, todos los modelos globales inicializados a inicios de noviembre pronostican el desarrollo de condiciones neutras para el Pacífico Central (región Niño 3.4) durante el verano 2016-2017. Para la región Oriental (Niño 1+2), todos los modelos globales continúan pronosticando condiciones neutras hasta fines del verano inclusive.

El Comité Multisectorial ENFEN, en base al análisis de los pronósticos nacionales e internacionales y de las observaciones, mantiene la mayor probabilidad de ocurrencia que se presenten condiciones neutras frente a la costa del Perú hasta finales del próximo verano.

## 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

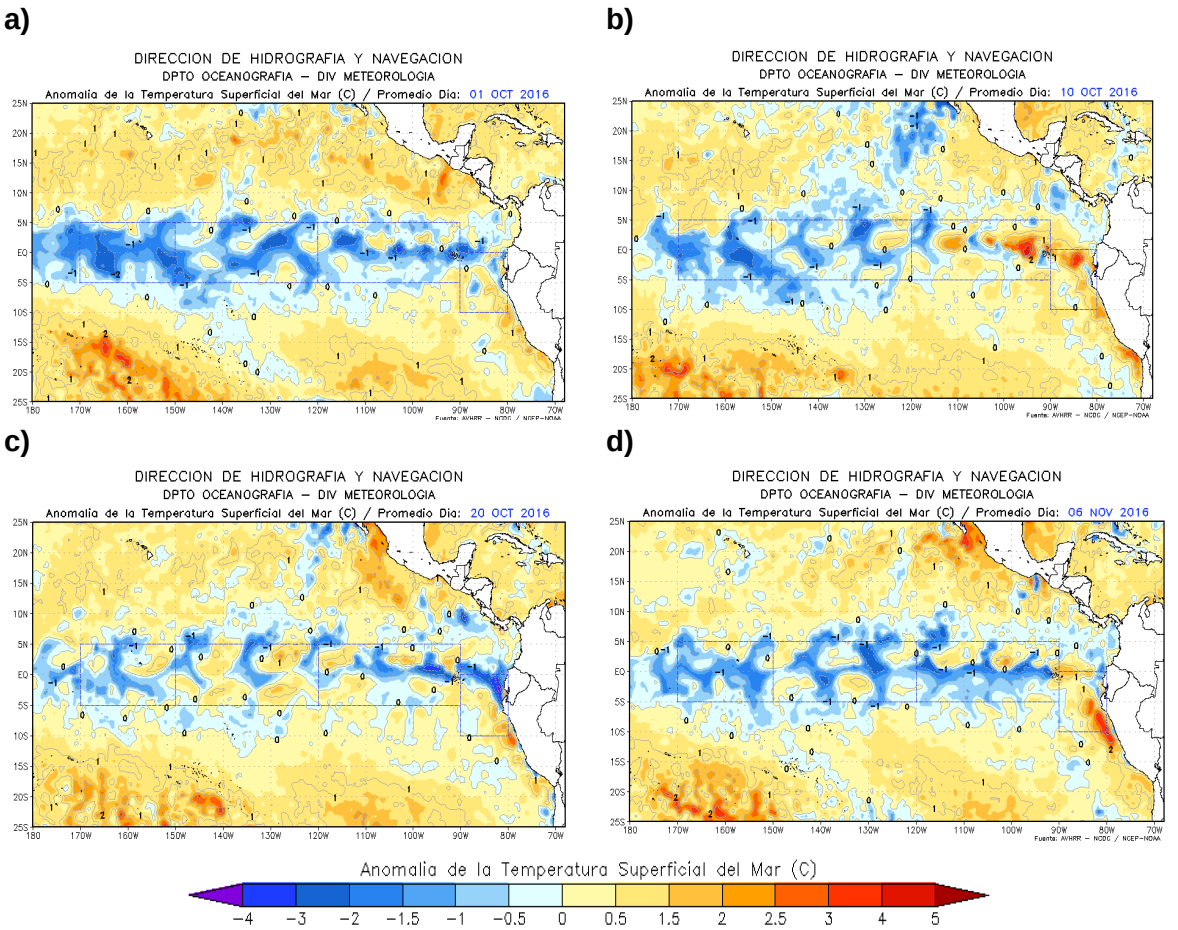



**Figura 3.1.1.1.** Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de octubre, b) 10 de octubre, c) 20 de octubre, y e) 06 de noviembre de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

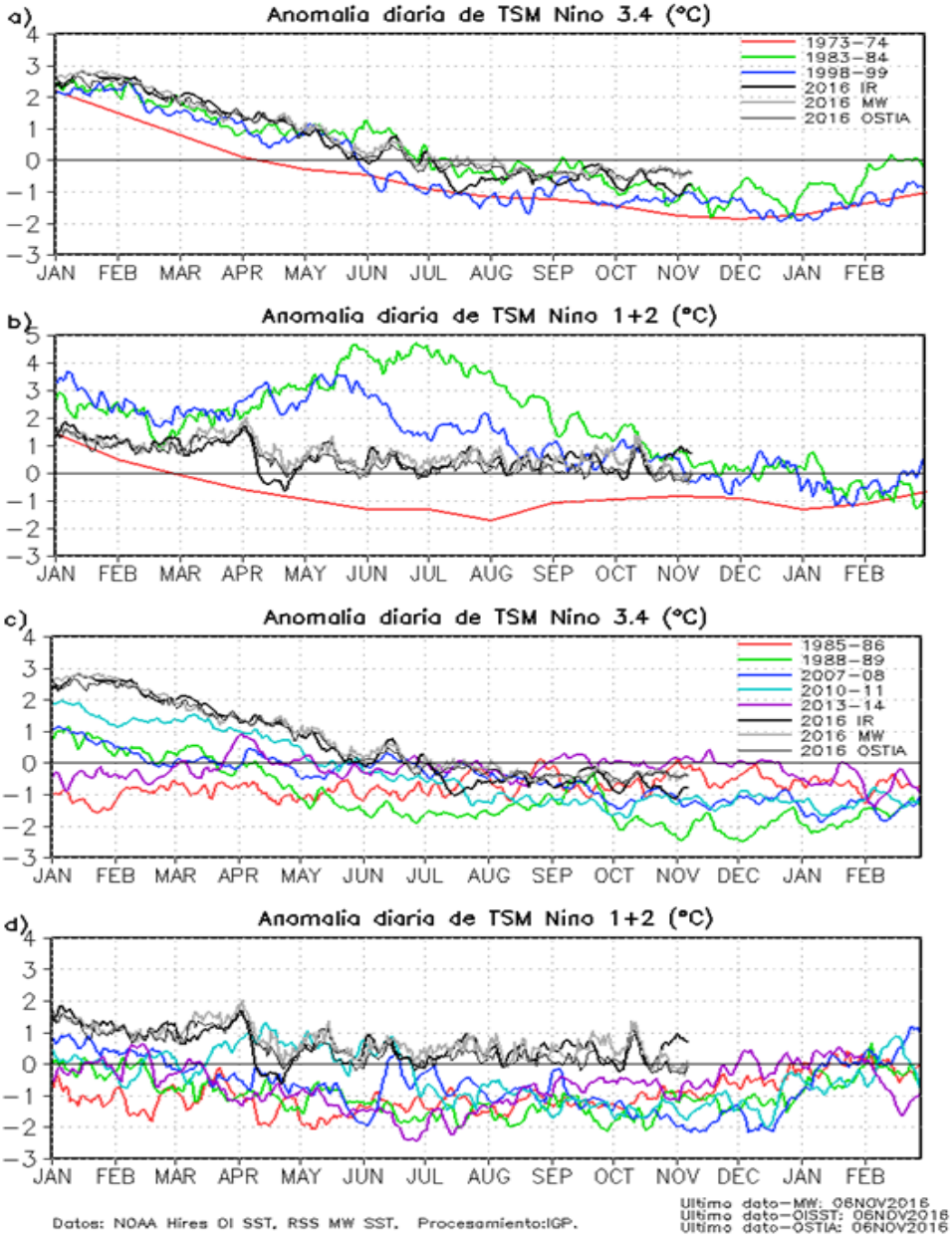



**Figura 3.1.1.2** Anomalía de TSM durante algunos eventos Niño, en la región Niño 1+2 (a) y región Niño 3.4 (b), año 1973-74 (rojo),1983-1984 (verde), 1998-99 (azul). Anomalía de TSM en algunos eventos Niña, en la región Niño 1+2 (c) y región Niño 3.4 (d), año 1985-86 (rojo), 1988-89 (verde), 2007-08 (azul), 2010 -11 (verde oscuro), 2013-14 (morado).

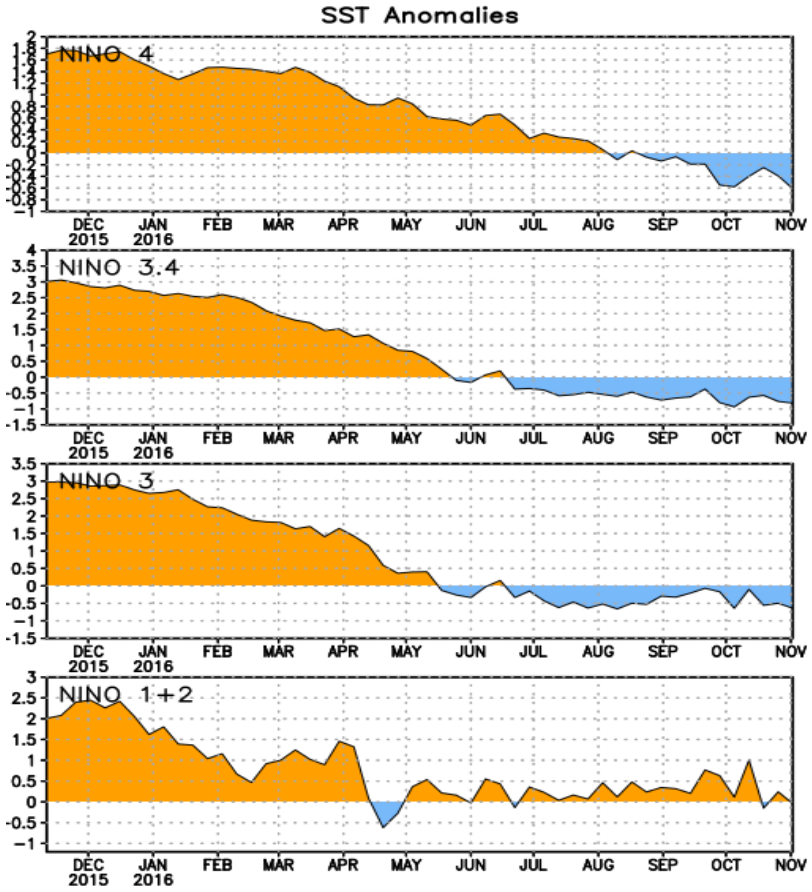



**Figura 3.1.1.3** Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de noviembre del 2015 a octubre de 2016. Fuente: NCEP/NOAA.

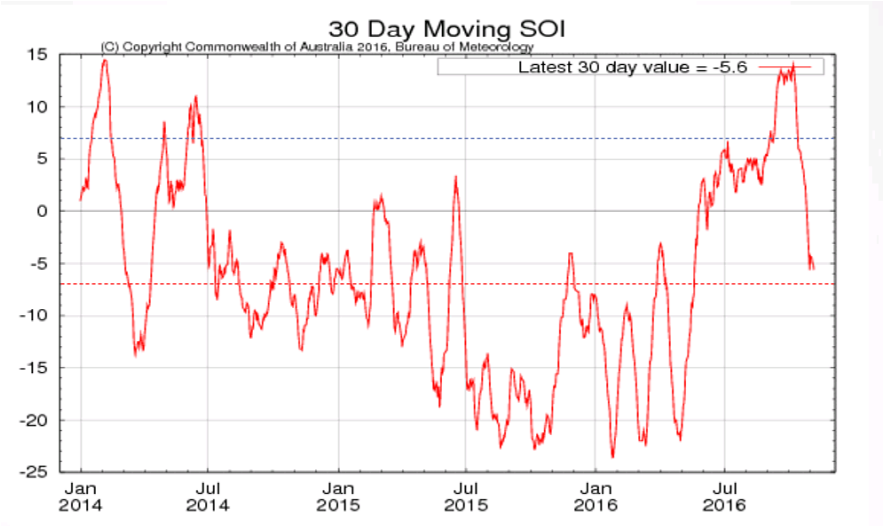



**Figura 3.1.1.4** Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

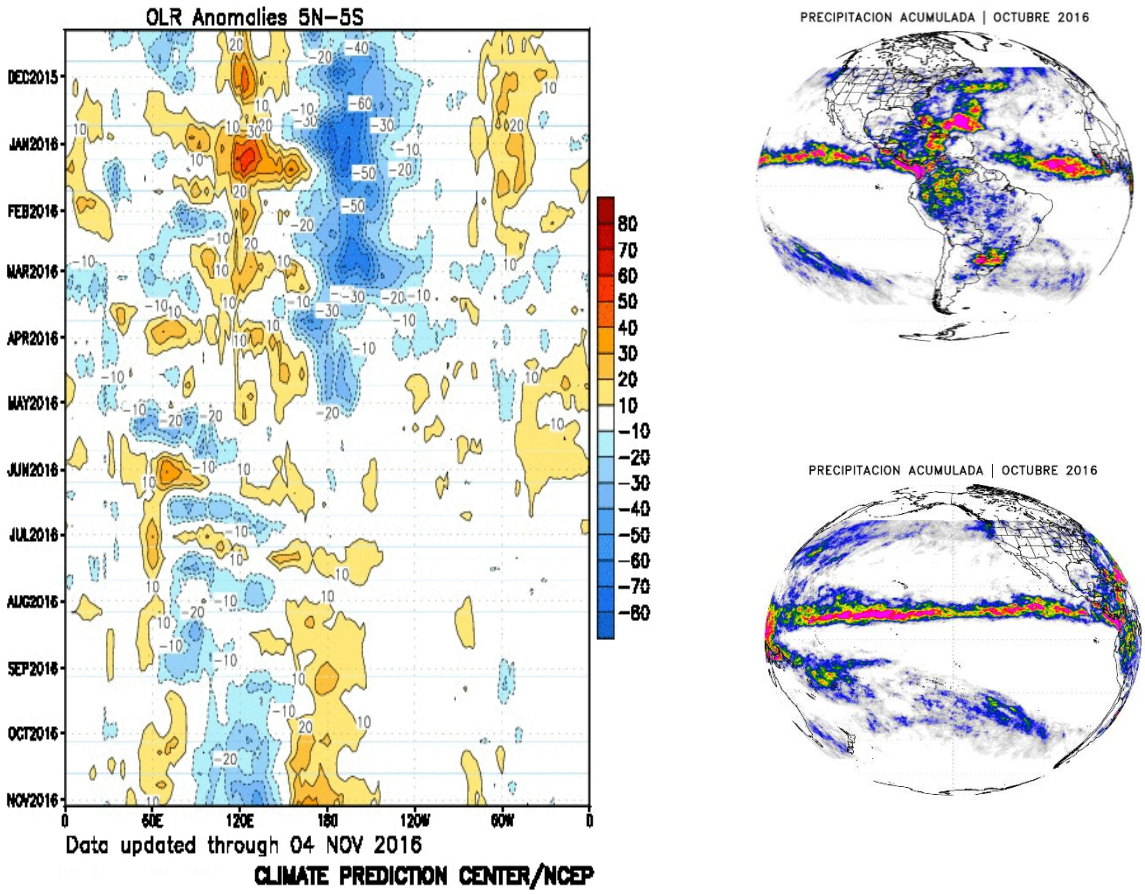



**Figura 3.1.1.5.** a) Diagrama Hovmöller de anomalías de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) desde el mes de octubre de 2105 hasta agosto de 2016; datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de octubre de 2016. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI.

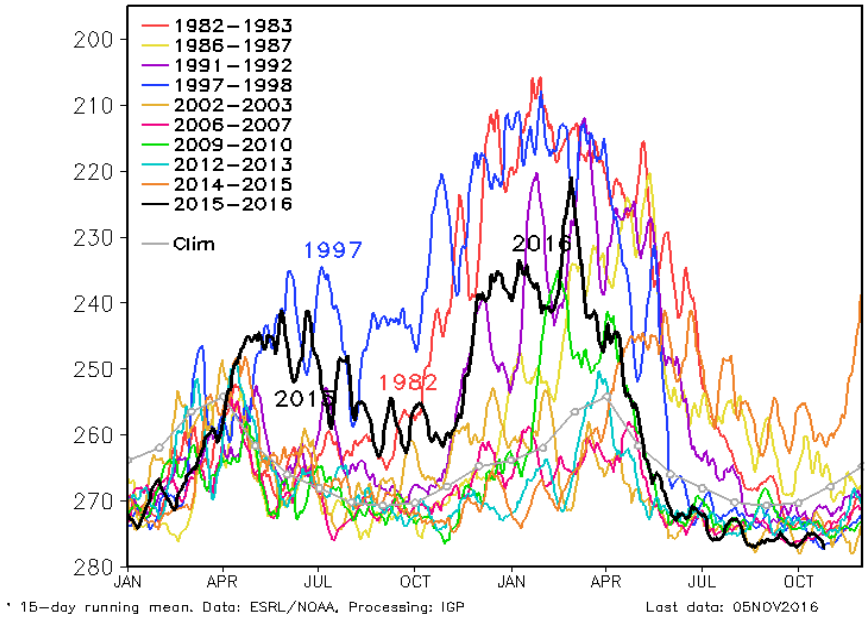



**Figura 3.1.1.6.** Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico Central-Oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de octubre. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

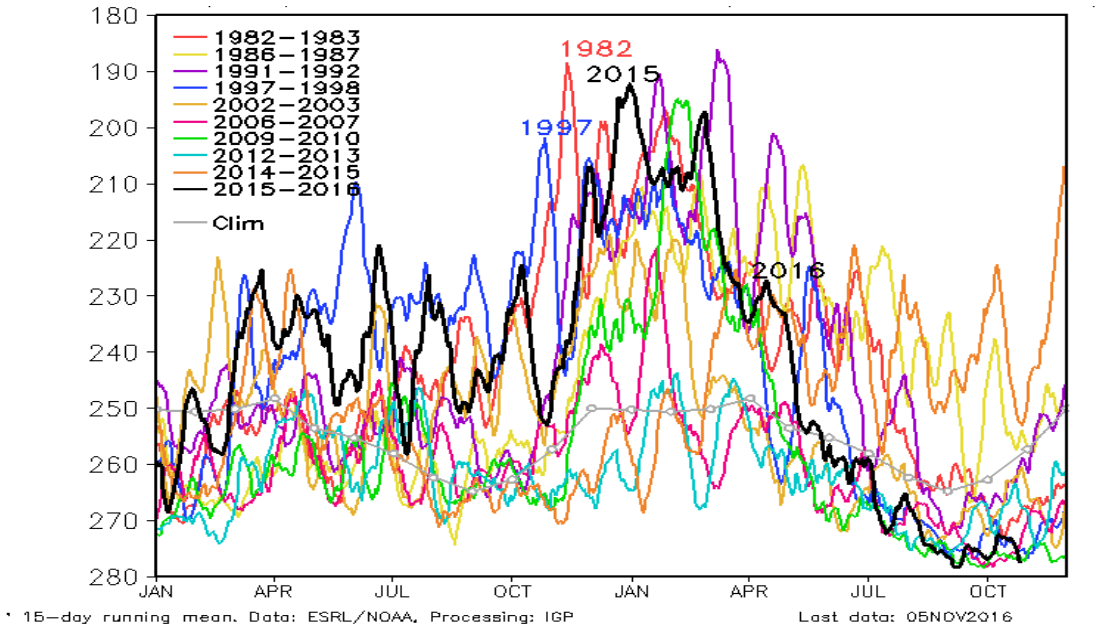



**Figura 3.1.1.7.** Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central (170°E-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de octubre. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

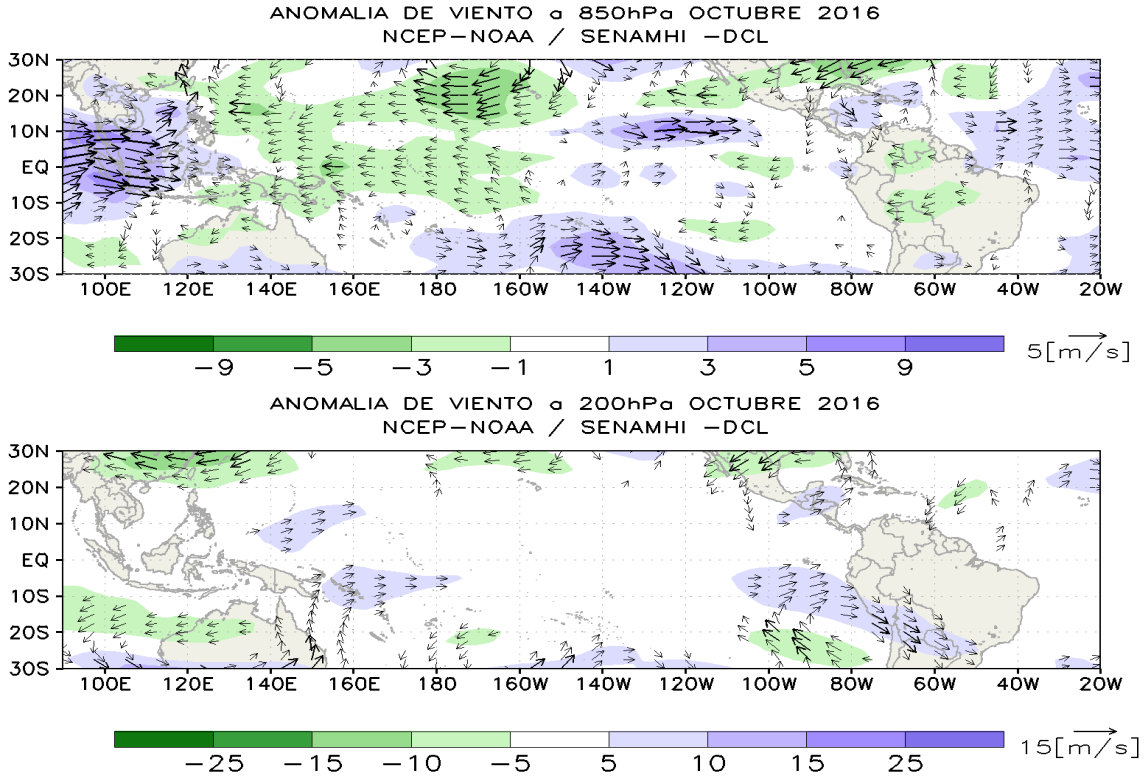



**Figura 3.1.1.8.** Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de octubre del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.

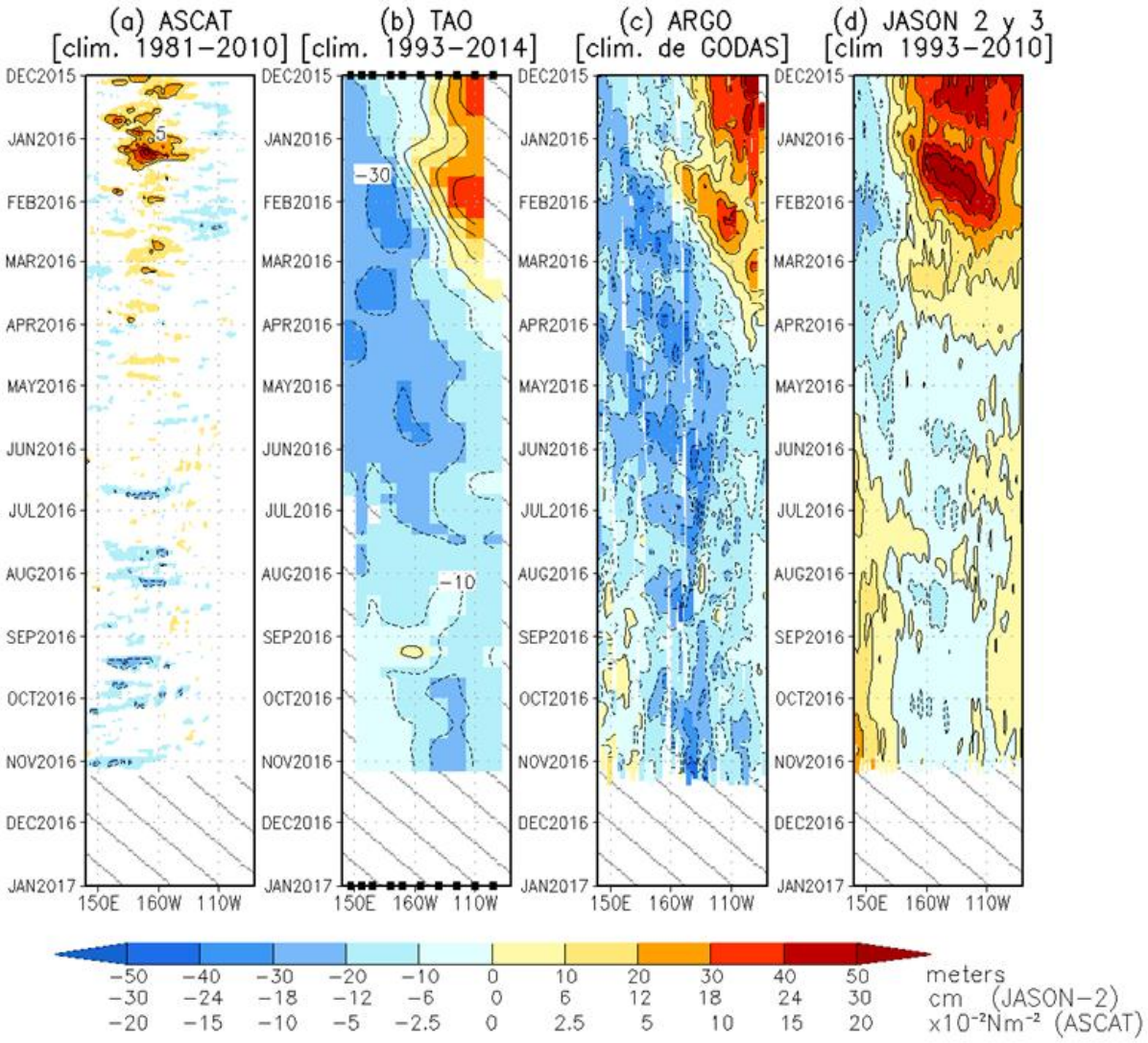



**Figura 3.1.1.9.** Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c),datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Las líneas diagonales 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)

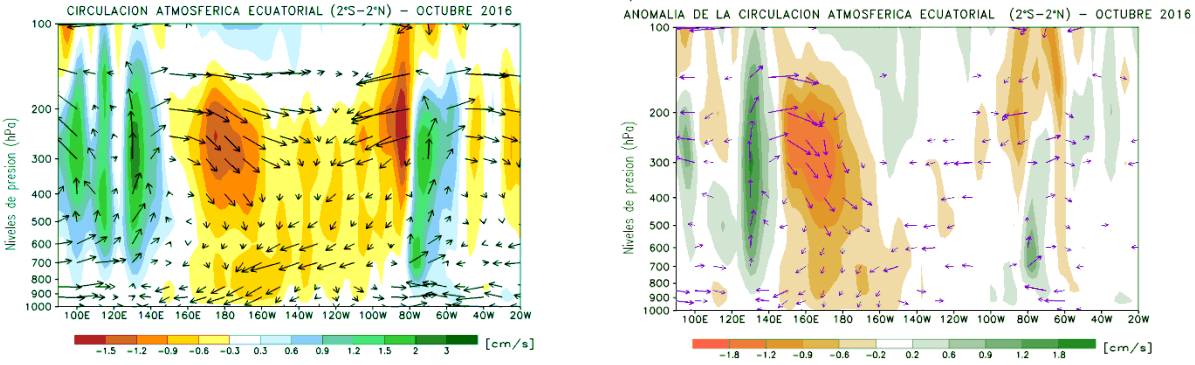



**Figura 3.1.1.10.** Análisis de la Circulación Atmosférica Ecuatorial de este a oeste para el mes de junio 2016. a) Promedio del mes de setiembre y b) Climatología del mes de octubre. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

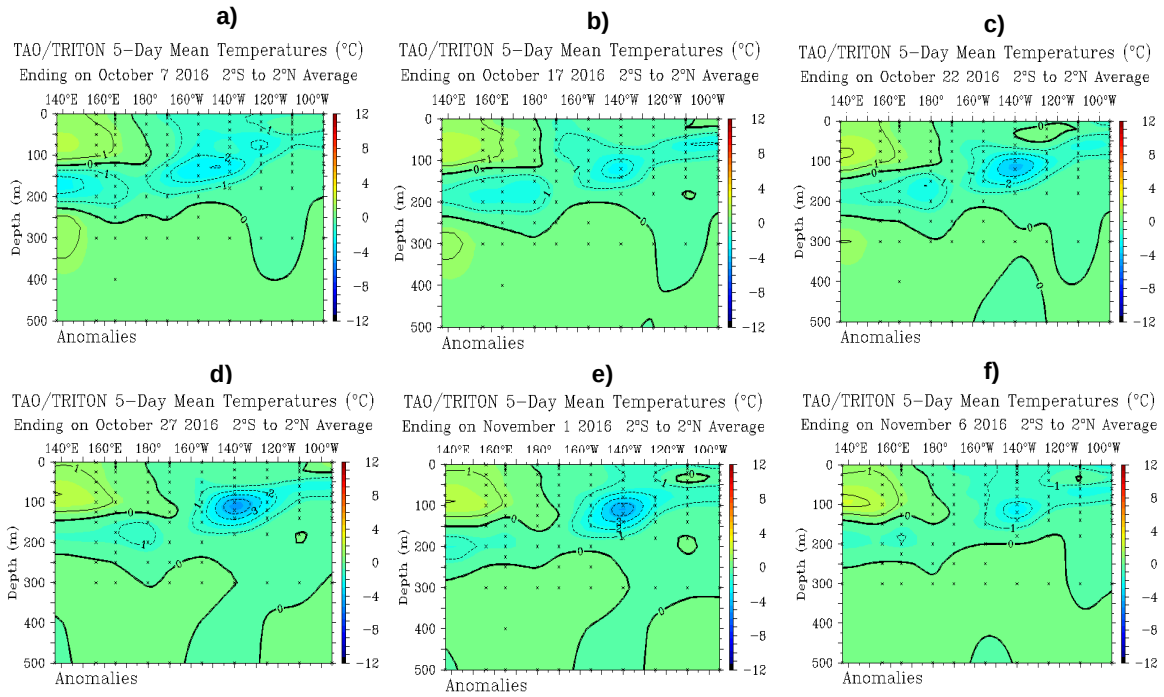



**Figura 3.1.2.1.** Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 7 de octubre, b) 17 de octubre, c) 22 de octubre, d) 27 de octubre, e) 1 de noviembre y f) 6 de noviembre de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

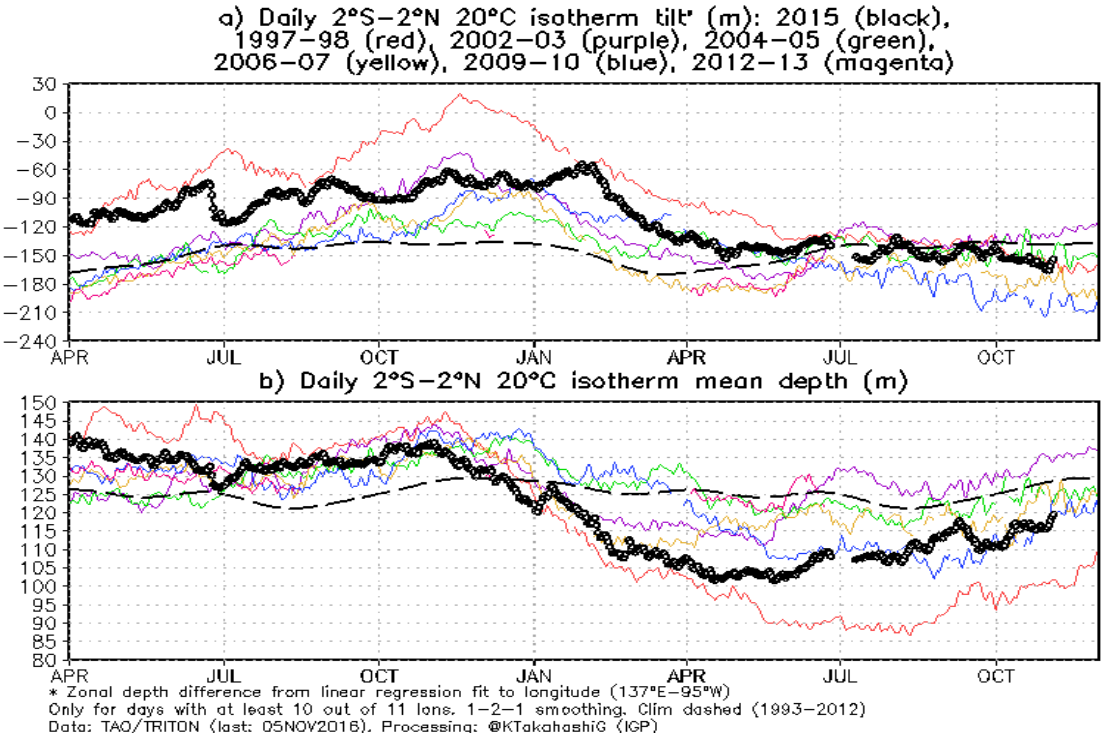



**Figura 3.1.2.2.** a) Inclinación de la termoclina, diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP.

a) b)

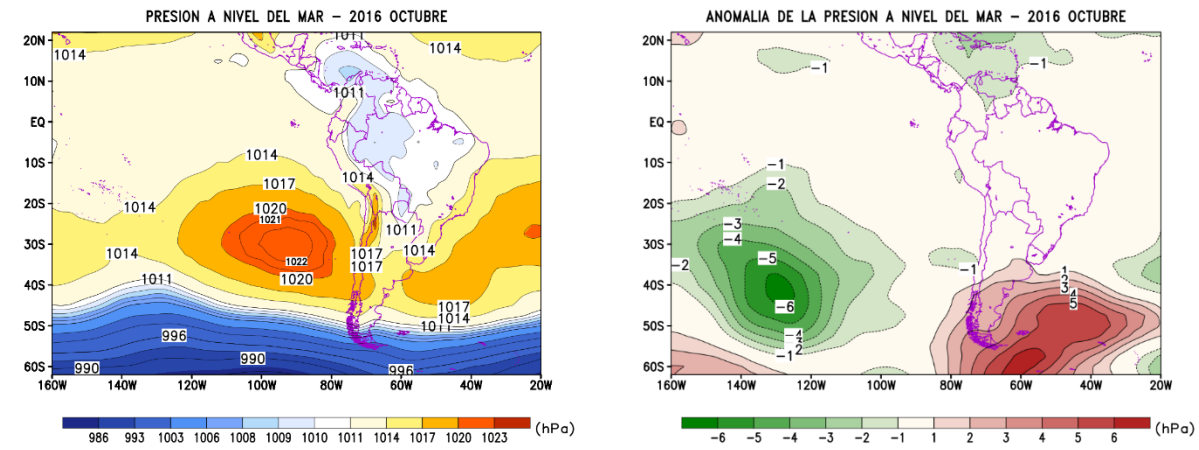



**Figura 3.2.1.1** Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para octubre del 2016. a) Promedio de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalía de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.

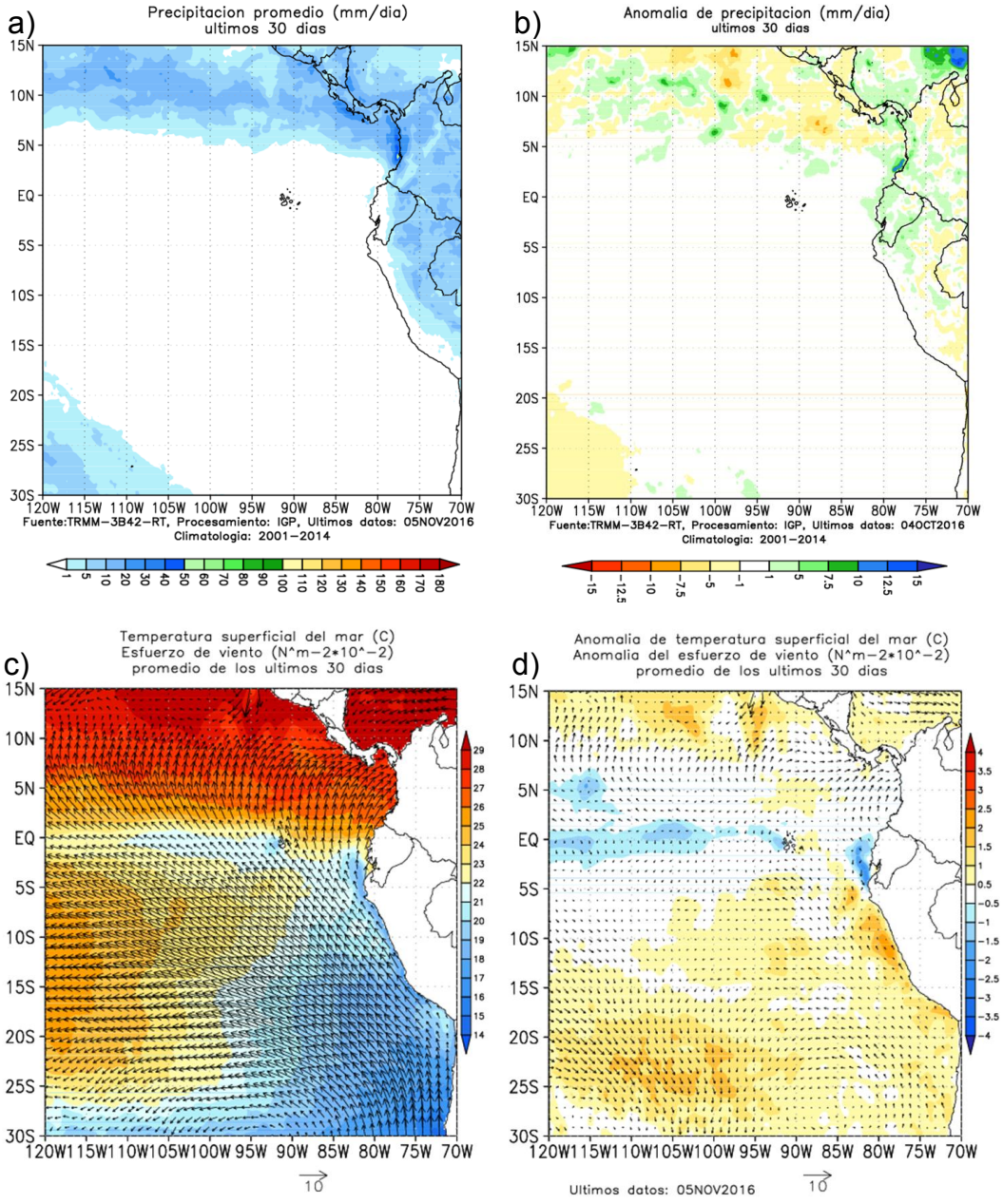
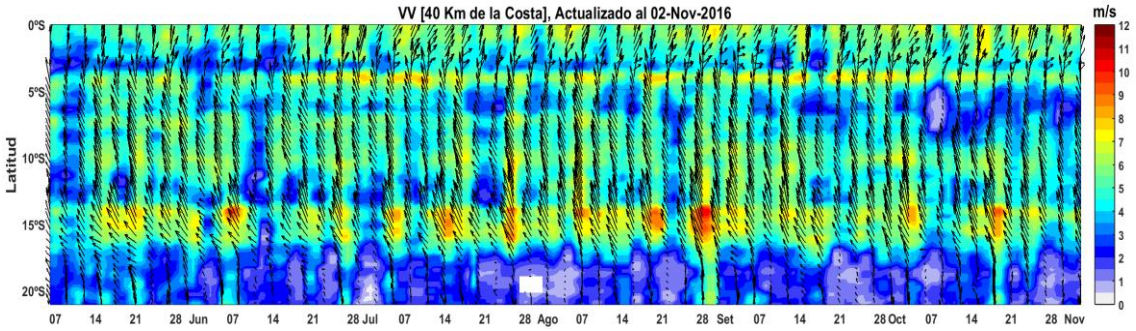



**Figura 3.2.1.2.** Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondientes al mes de octubre, a) valores absolutos de precipitación, b) anomalía de precipitación, c) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, d) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifremer // Procesamiento IGP.

a)




b)

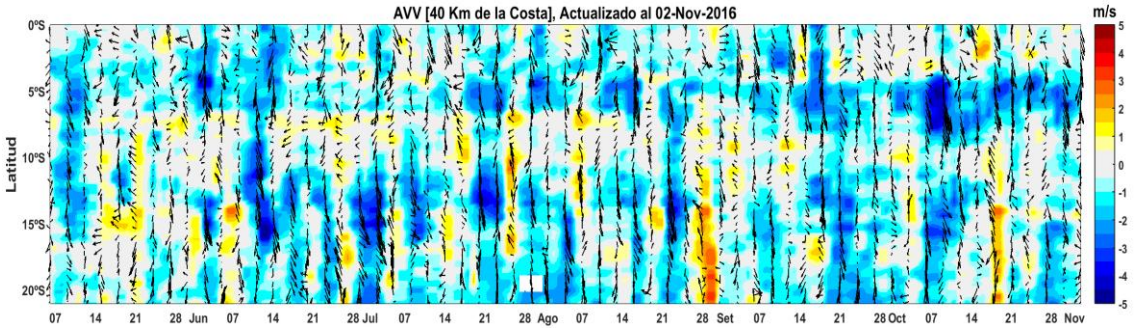



**Figura 3.2.2.1.** a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de mayo de 2016 al 02 de noviembre del 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

a) b)

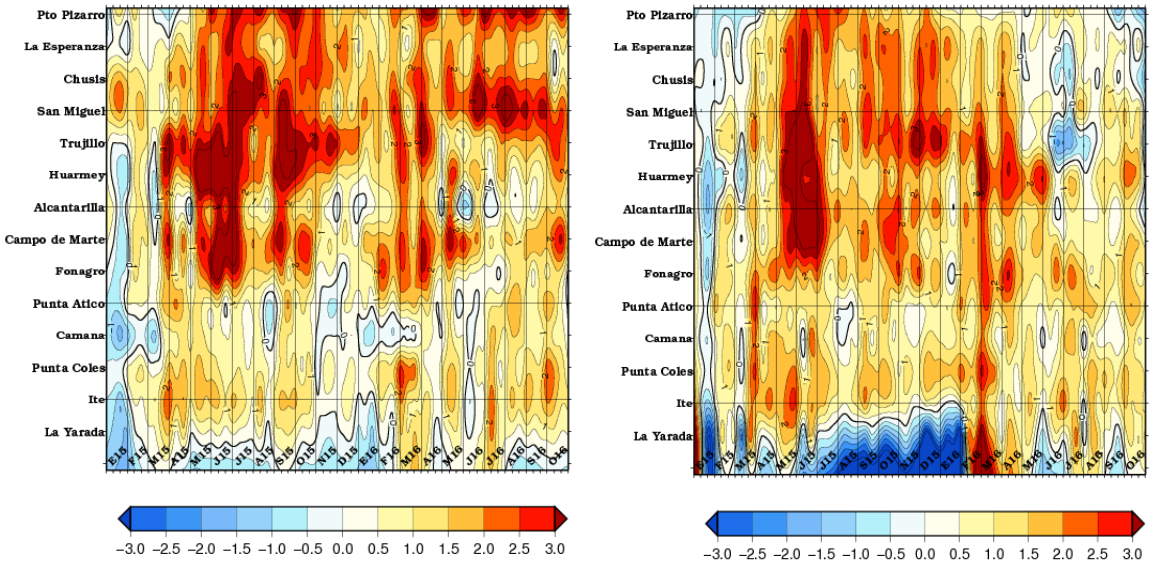



**Figura 3.2.2.2.** Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a agosto de 2016. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

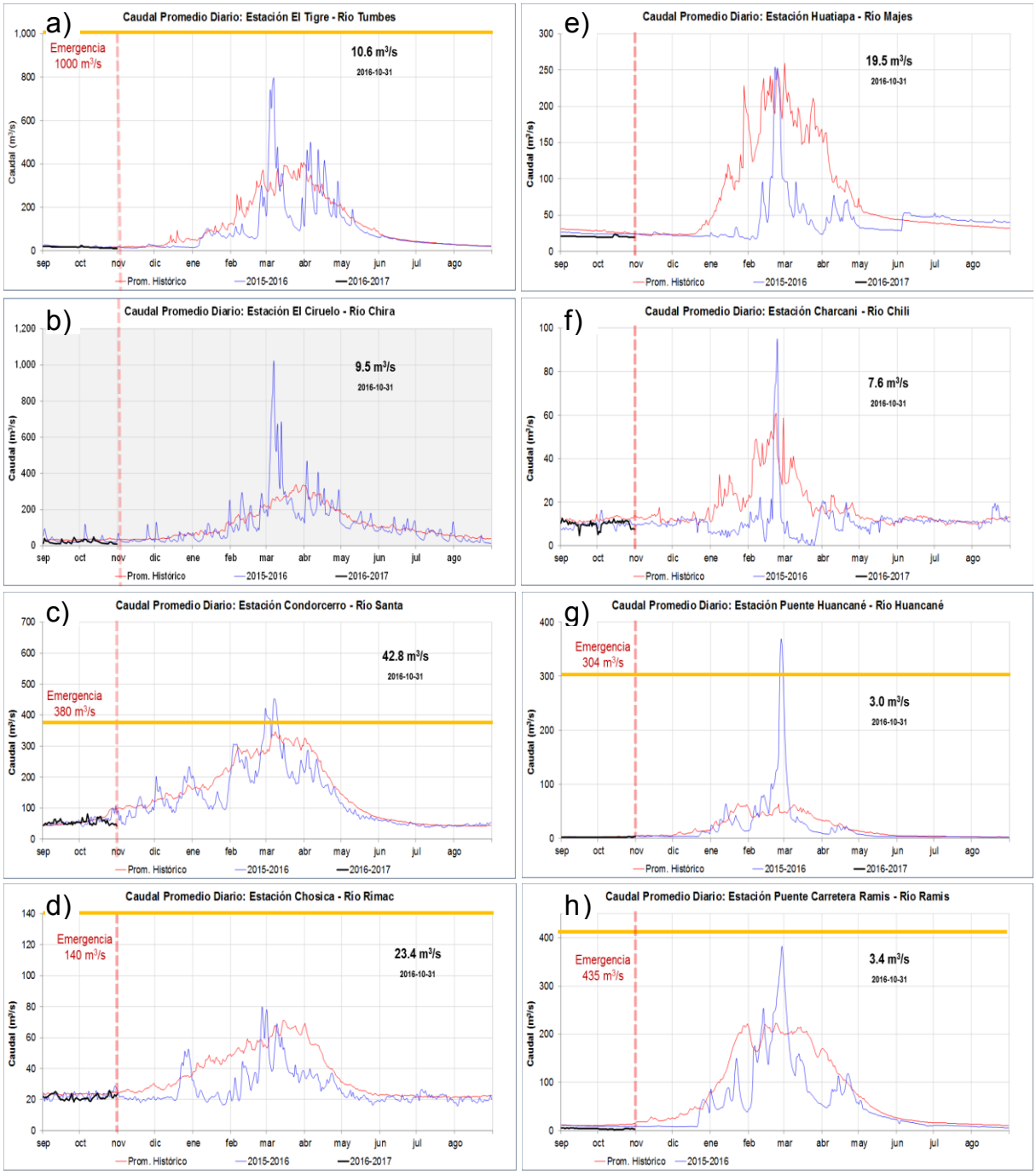



**Figura 3.2.3.1.** Series de tiempo actualizados a fines de octubre, de los caudales diarios (m3/s) de los principales ríos del Perú, entre setiembre-2015 a octubre-2016: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rímac, e) Majes, f) Chili, de la vertiente del Pacífico; g) Huancané y h) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015-2016, rojas: Promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente: ANA.

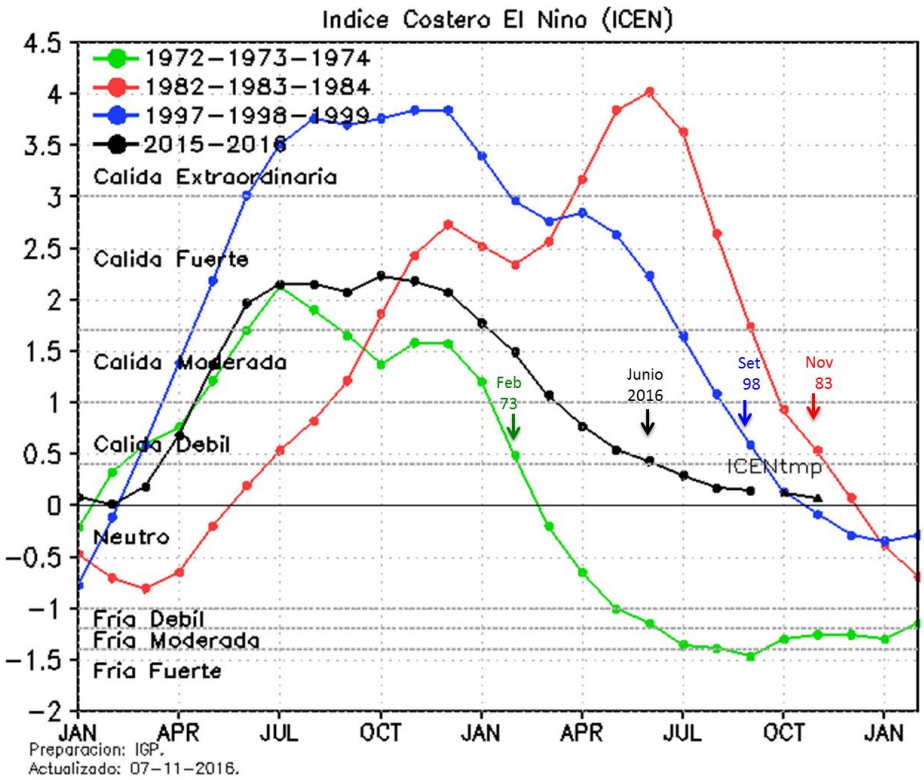



**Figura 3.2.4.1**. Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016 (negro). Fuente IGP.

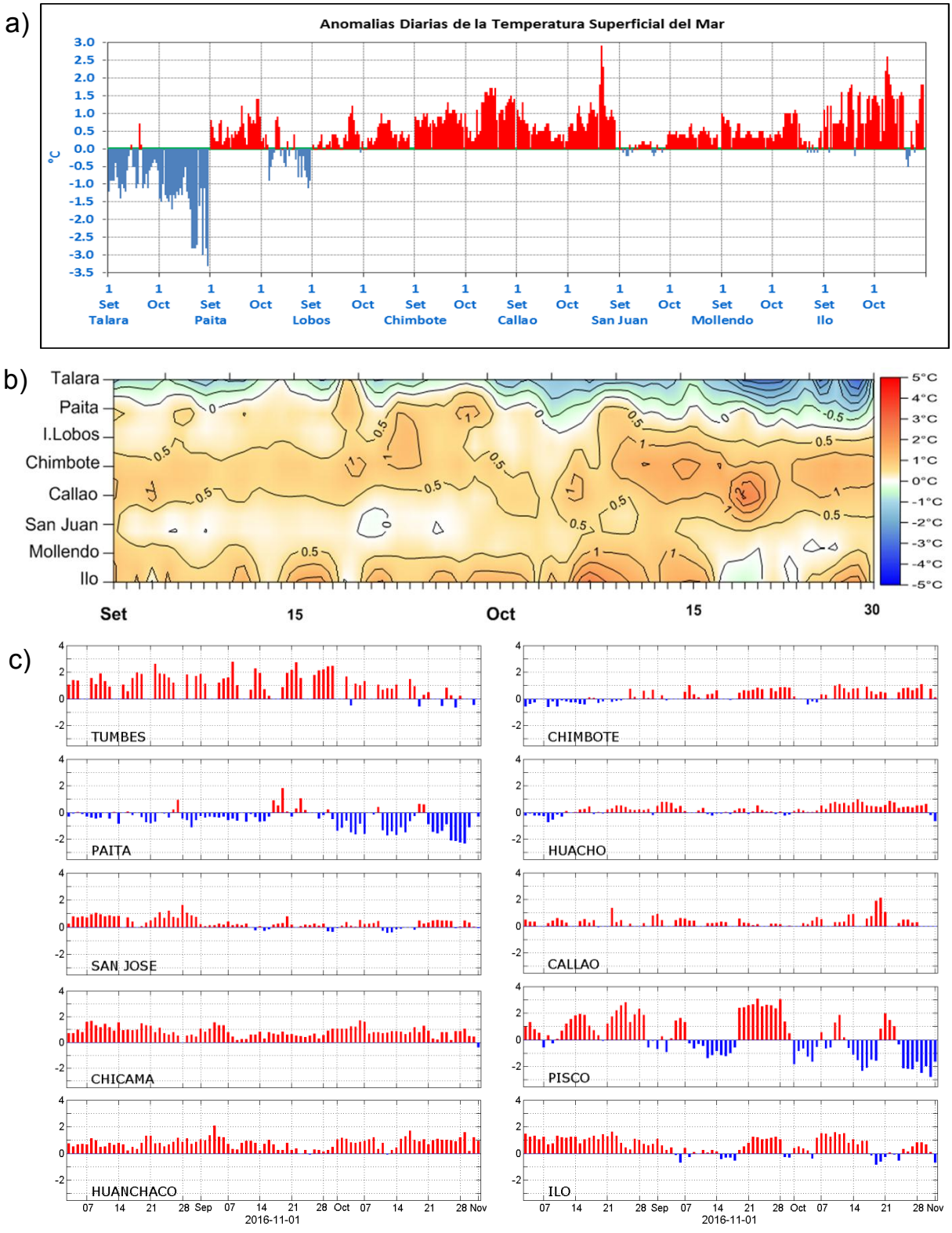



**Figura 3.2.4.2.** Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta octubre del 2016; a) Series diarias y b) Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, c) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.

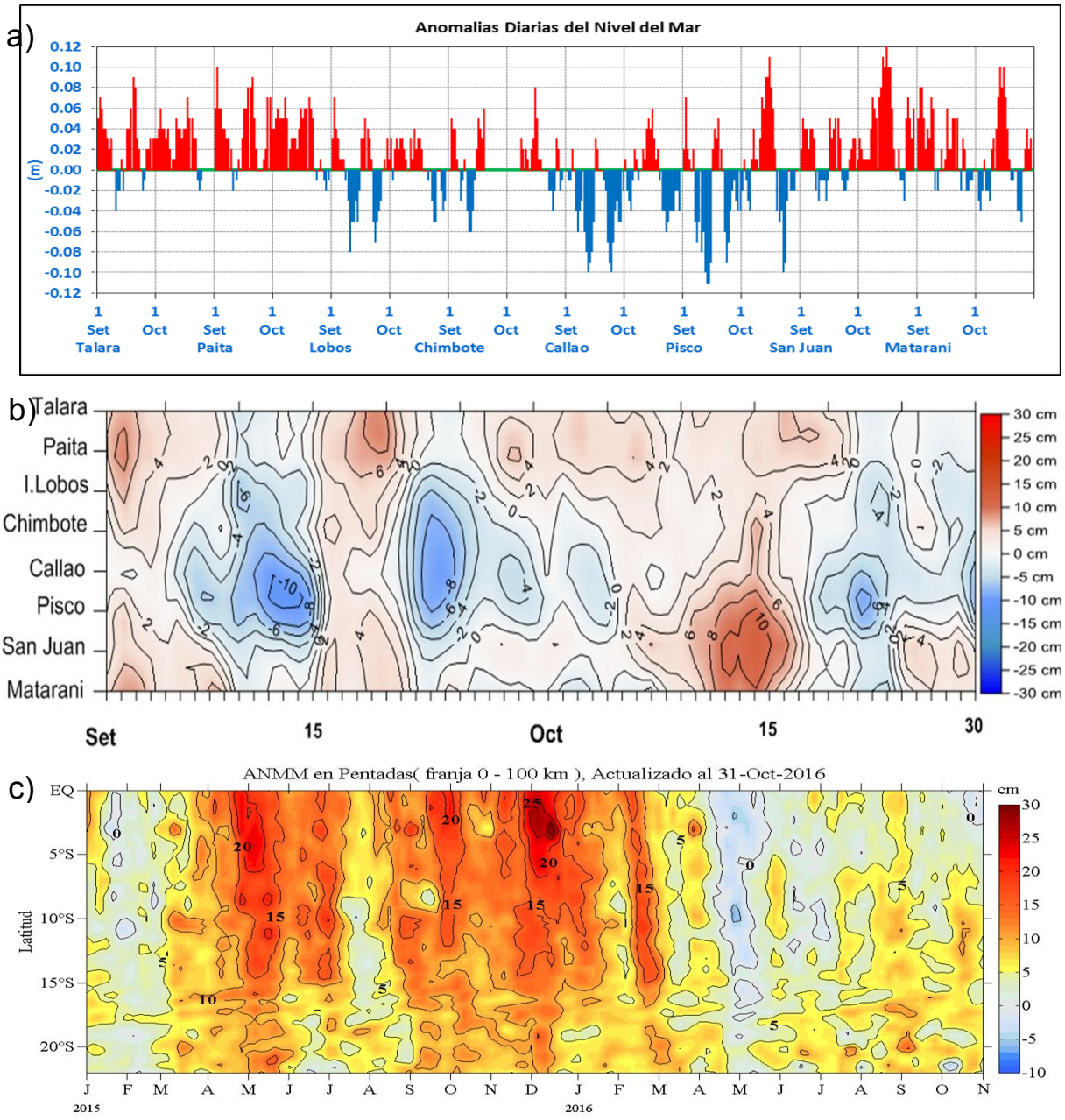



**Figura 3.2.4.3.** Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a octubre del 2016, a) Series diarias y b) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN, c) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2016; Fuente AVISO – IMARPE.

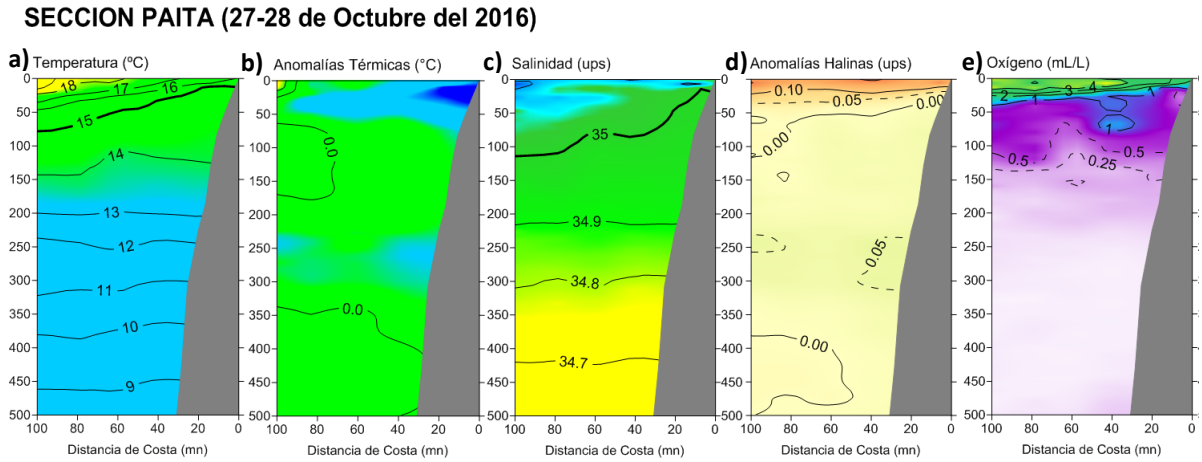



**Figura 3.2.5.1** Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE.

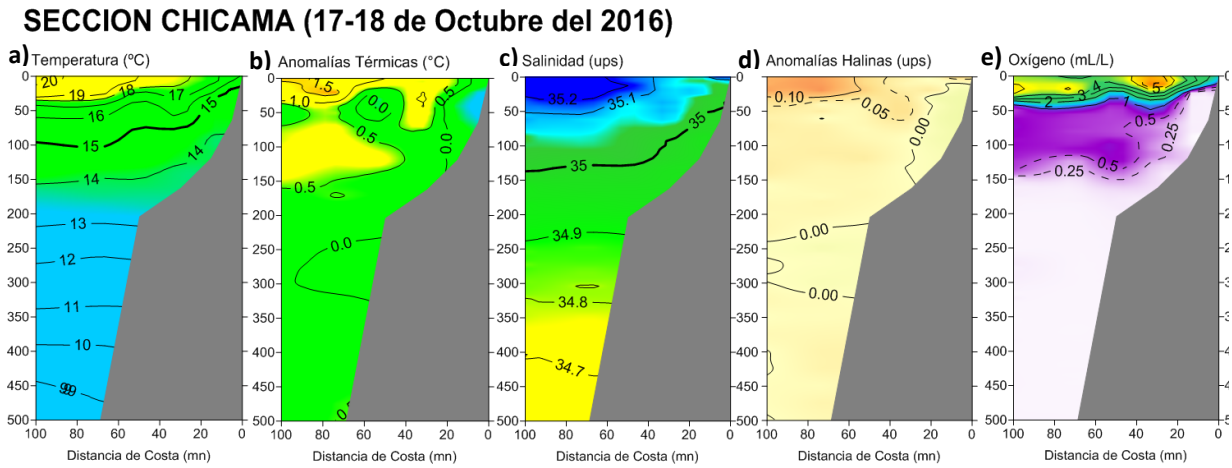



**Figura 3.2.5.2** Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 17 y 18 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE.

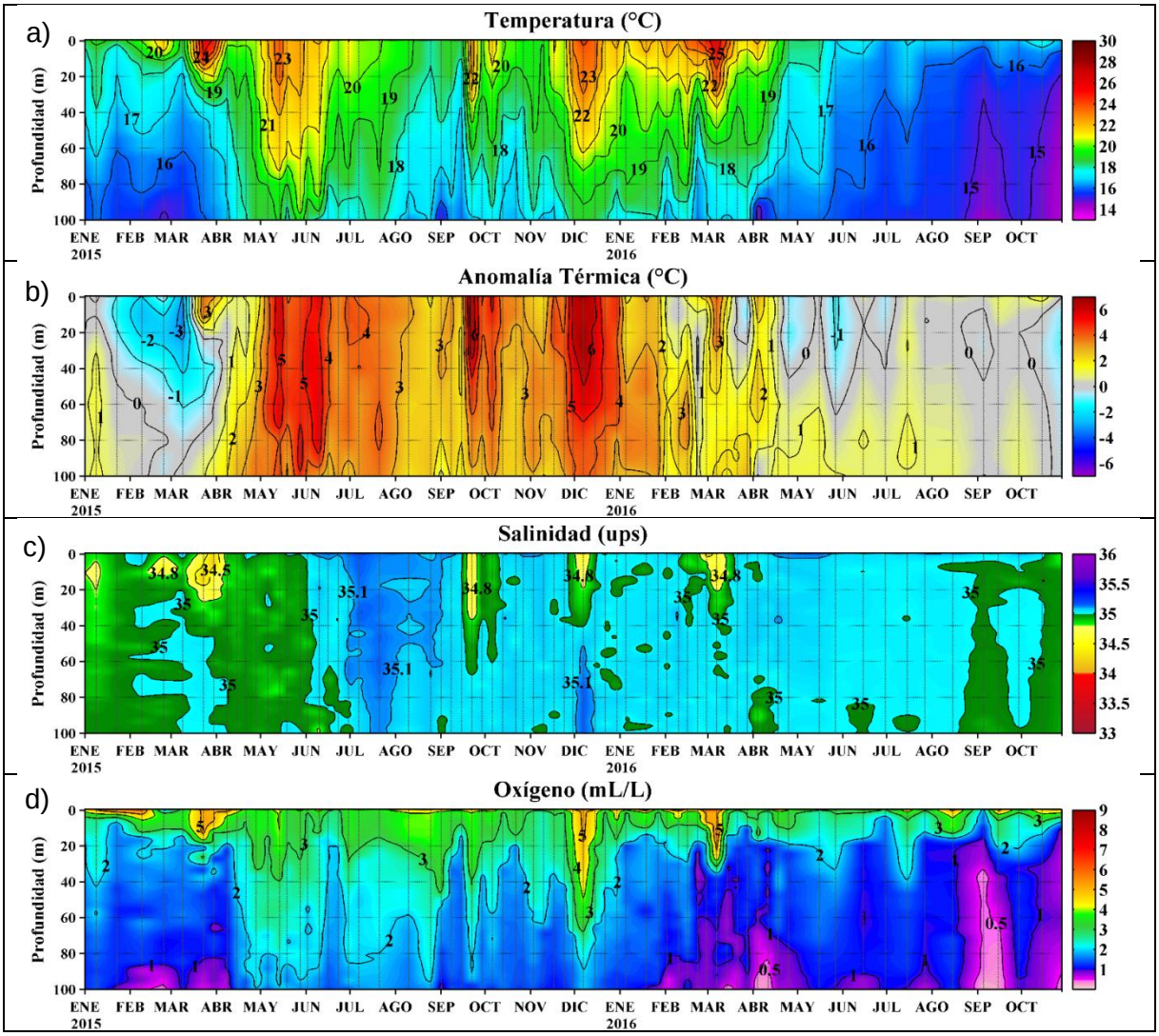



**Figura 3.2.5.3** Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 28 de octubre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

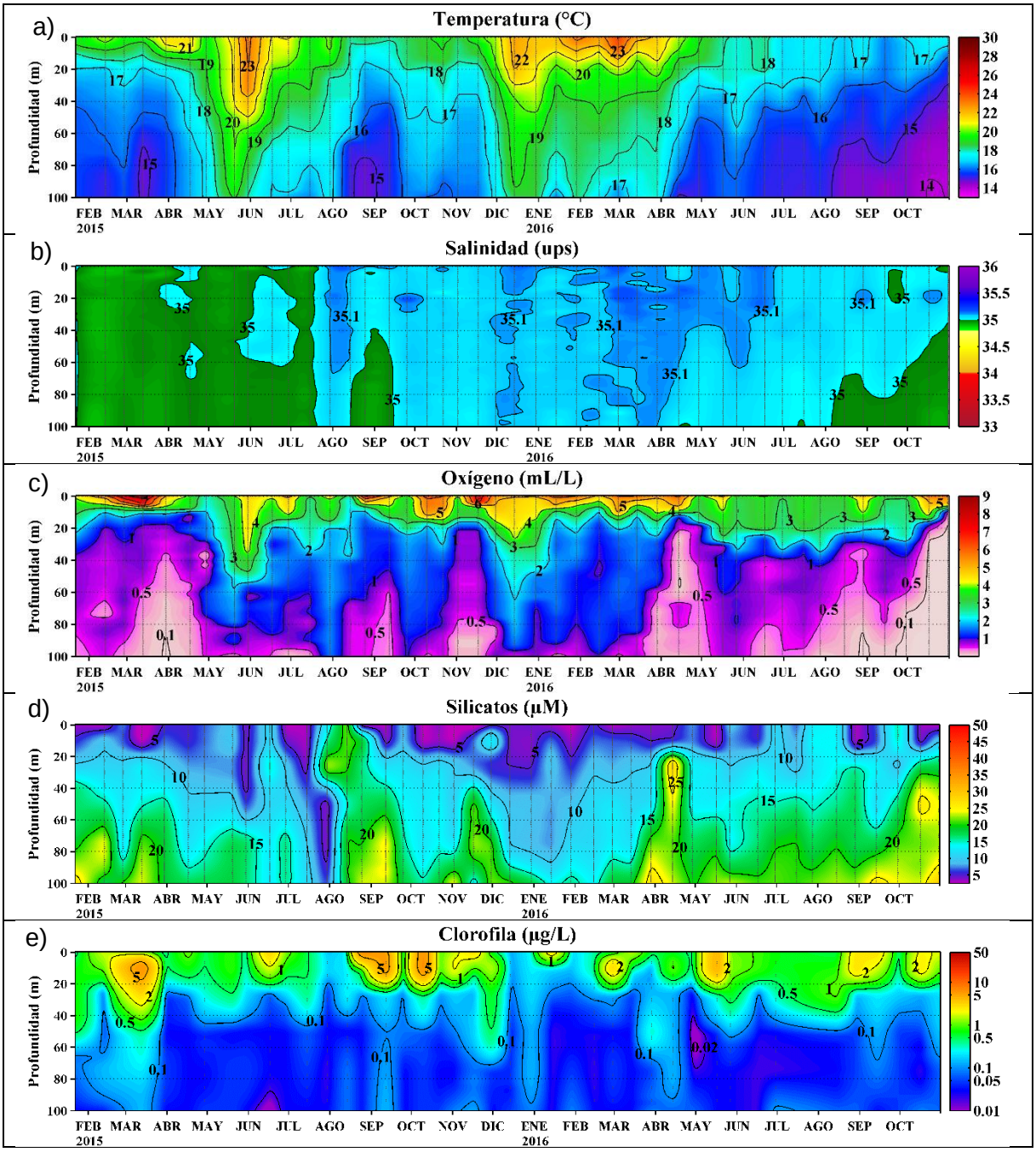



**Figura 3.2.5.4.** Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Silicatos (µM) y e) Clorofila (µg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 31 de octubre de 2016. Fuente: IMARPE.

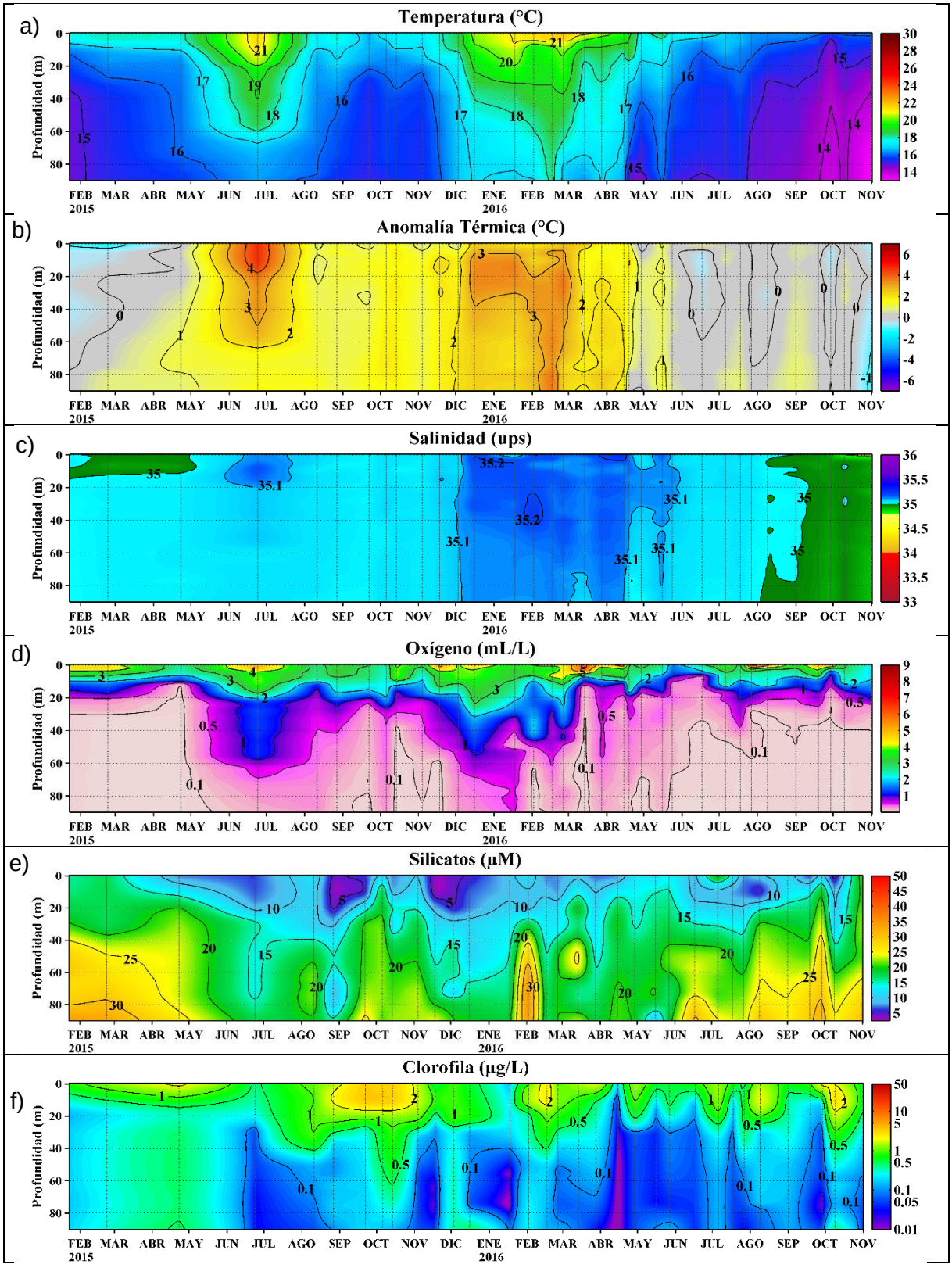



**Figura 3.2.5.5.** Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (µM) y f) Clorofila (µg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 01 de noviembre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

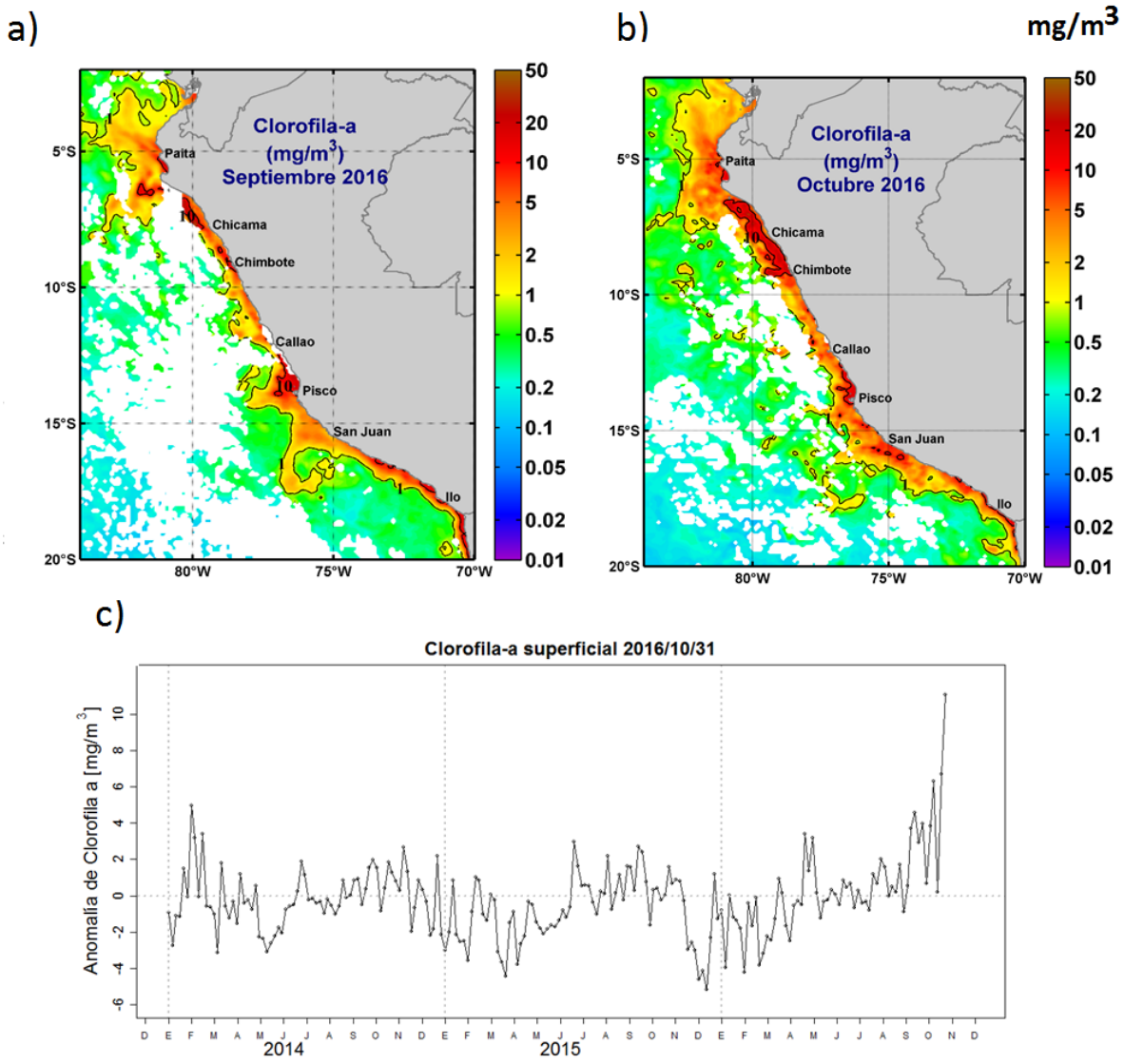



**Figura 3.2.6.1.** Clorofila satelital promedio para el mes de setiembre (a) y octubre (b) del satélite MODIS frente a Perú y la serie de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100km de la costa) provenientes del satélite MODIS entre enero del 2014 a octubre del 2016 (c).

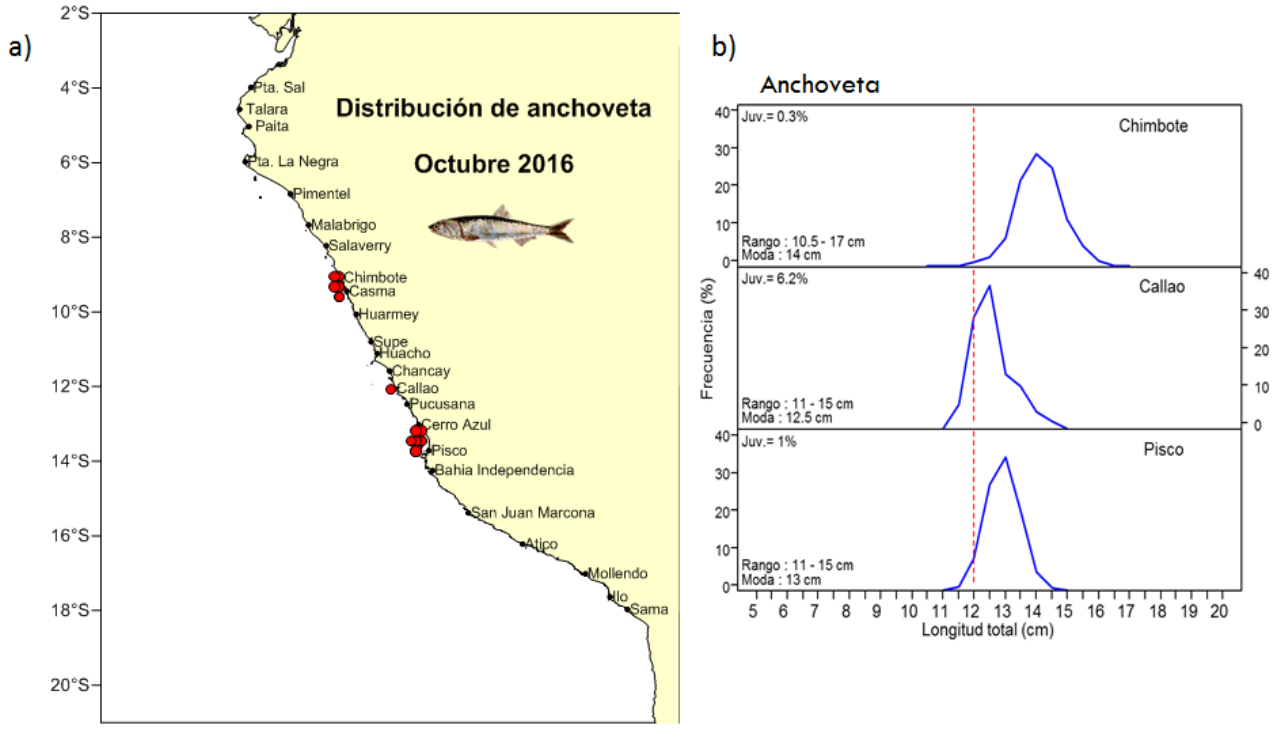



**Figura 3.2.7.1.** Distribución de la flota artesanal de anchoveta (a) y estructura de tallas por captura (b) durante octubre 2016. **Fuente**: LBR/IMARPE

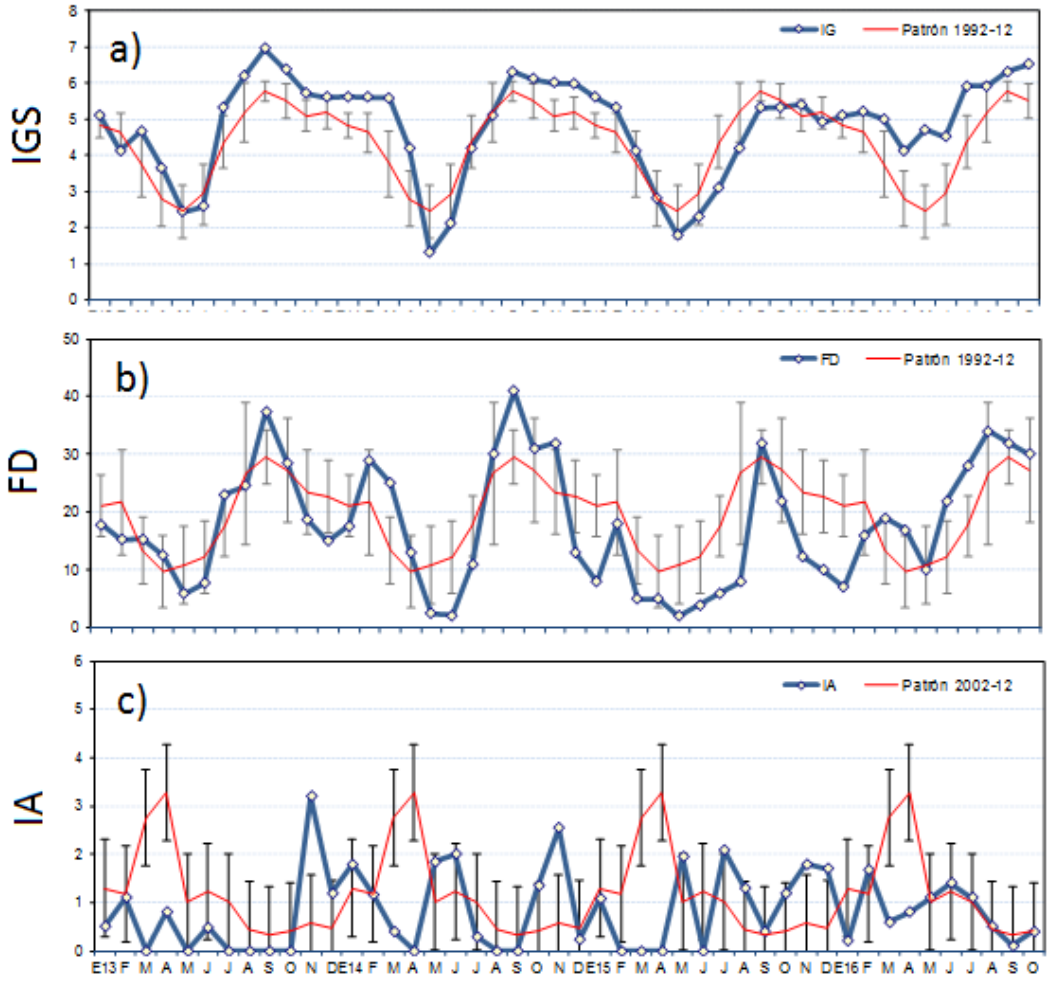



**Figura 3.2.7.2.** Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2013 – octubre 2016. Fuente: LBR/IMARPE

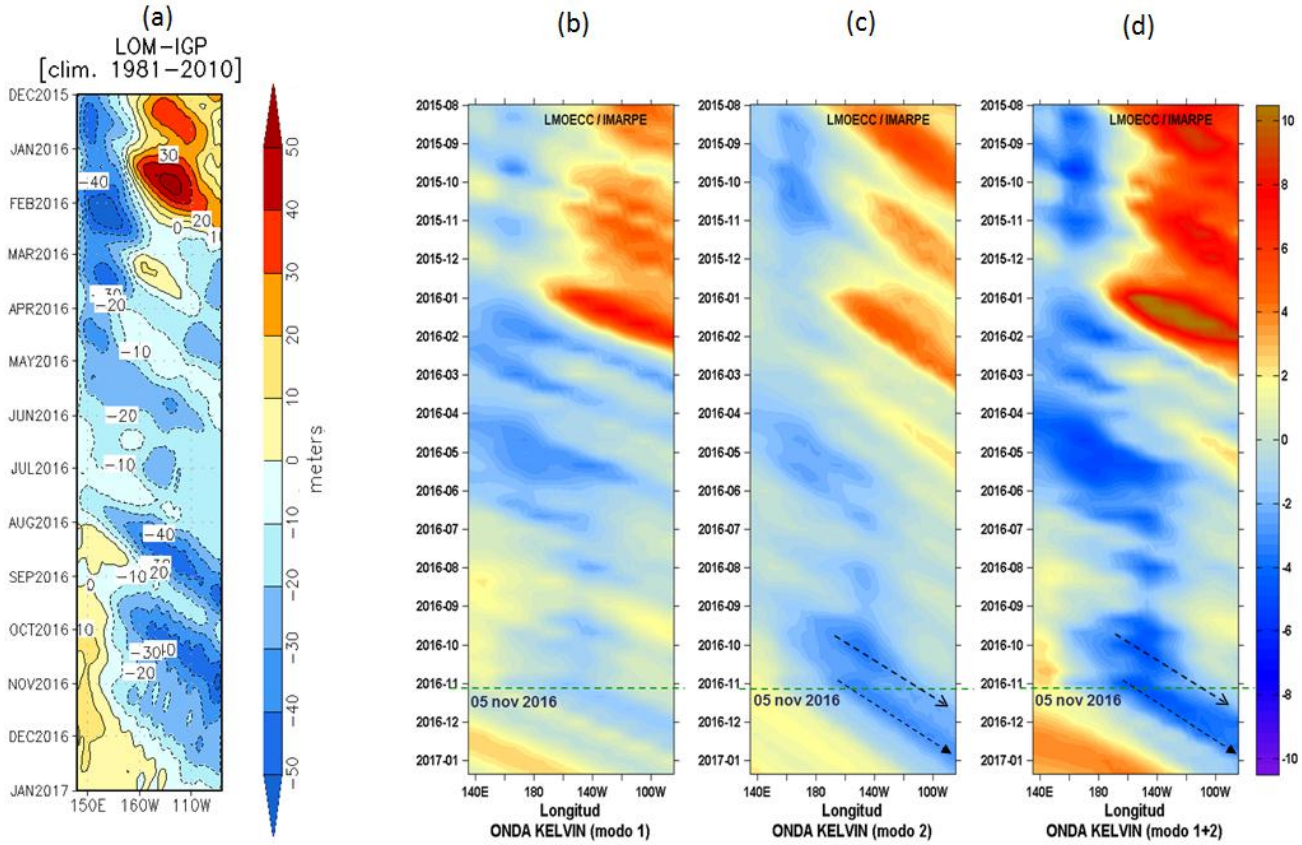



**Figura 4.1.1.** Diagramas Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby) (a) y Modelo oceánico de complejidad intermedia: Modo 1 (b), Modo 2 (c), Modos 1+2 (d) de la isoterma de 20°C, en metros. La línea discontinua horizontal indica el inicio del pronóstico.

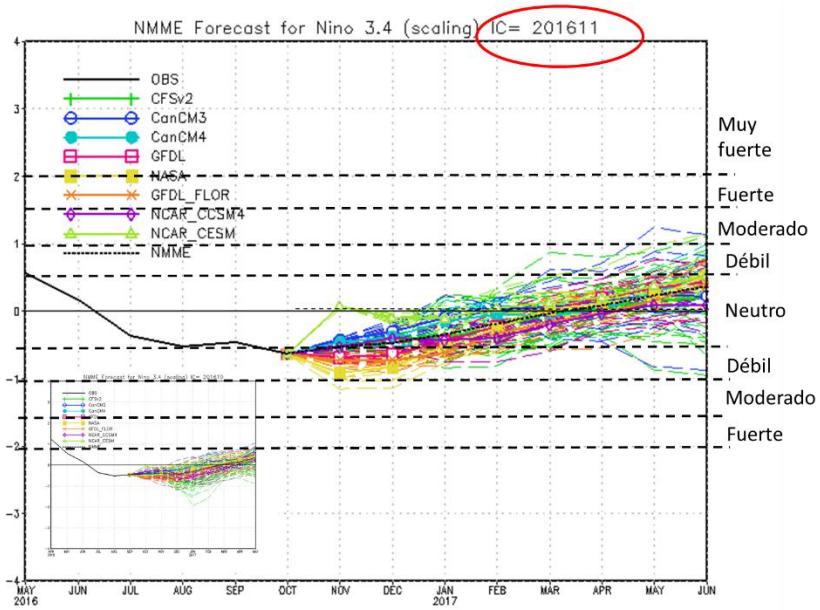



**Figura 4.2.2.1.** Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

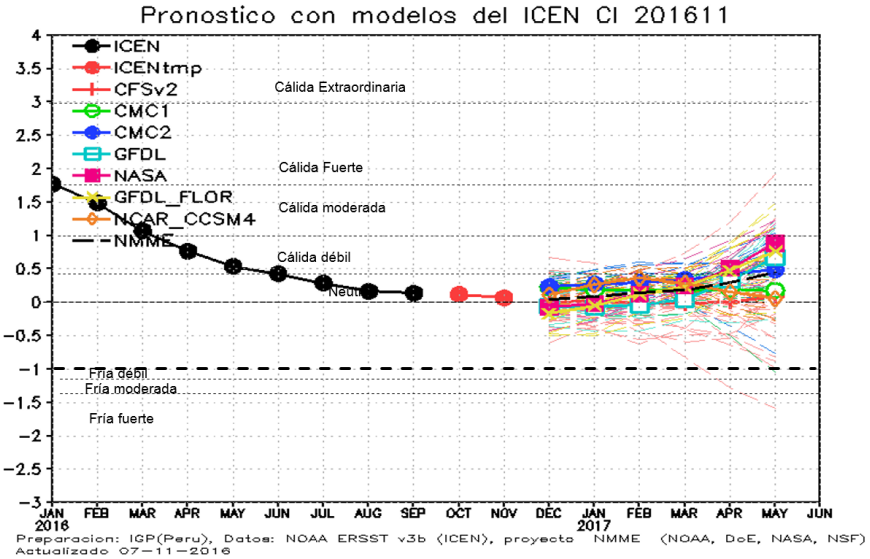



**Figura 4.2.2.2**. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. 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 noviembre de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.

## 8. TABLAS

**Tabla 3.2.3.1** Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de octubre. Fuente ANA.

| Zona | Nombre del Reservorio | Fecha Reporte | Departamento de Influencia | Área Bajo Riego (ha) | Capacidad Hidráulica ($hm^3$) | | Capacidad Hidráulica Almacenada (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Útil | Almacenada | |
| Costa - Norte | POECHOS | 31-oct | Piura | 93,240 | 396.1 | 162.5 | 41 |
| | SAN LORENZO | 31-oct | Piura | 42,530 | 193.0 | 35.3 | 18 |
| | TINAJONES | 31-oct | Lambayeque | 87,600 | 319.0 | 44.0 | 14 |
| | GALLITO CIEGO | 31-oct | La Libertad | 55,700 | 366.0 | 176.7 | 48 |
| Costa - Centro | VICONGA | 30-oct | Lima | 24,970 | 30.0 | 0.2 | 1 |
| Costa - Sur | CHOCLOCOCHA | 31-oct | Ica | 23,000 | 131.1 | 55.3 | 42 |
| | CONDOROMA | 31-oct | Arequipa | 20,810 | 259.0 | 94.4 | 36 |
| | EL PAÑE | 31-oct | Arequipa | 27,060 | 99.6 | 1.1 | 1 |
| | LOS ESPAÑOLES | 31-oct | Arequipa | | 9.1 | 3.3 | 36 |
| | PILLONES | 31-oct | Arequipa | | 76.9 | 49.1 | 64 |
| | EL FRAYLE | 31-oct | Arequipa | | 127.2 | 71.2 | 56 |
| | AGUADA BLANCA | 31-oct | Arequipa | | 30.4 | 24.0 | 79 |
| | CHALHUANCA | 31-oct | Arequipa | | 25.2 | 9.4 | 37 |
| | BAMPUTAÑE | 31-oct | Arequipa | | 40.0 | 3.5 | 9 |
| | PASTO GRANDE | 31-oct | Moquegua | 3,500 | 175.0 | 58.0 | 33 |
| | PAUCARANI | 31-oct | Tacna | 1,700 | 10.5 | 3.5 | 33 |
| | ARICOTA | 31-oct | Tacna | 3,200 | 260.0 | 215.9 | 83 |
| | JARUMAS | 31-oct | Tacna | 4,000 | 12.5 | 8.9 | 71 |
| Sierra - Centro | CUCHOQUESERA | 27-oct | Ayacucho | 19,200 | 60.0 | 12.0 | 20 |
| Sierra - Sur | LAGUNILLAS | 27-oct | Puno | 5,000 | 500.0 | 393.5 | 79 |

**Tabla 3.1.2.1** Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de enero a setiembre del 2016. Además el ONItmp para octubre y noviembre del 2016 Fuente IGP.

Valores del Oceanic Niño Index (ONI)

| Mes | ONI | Categoría |
|---|---|---|
| 01/2016 | 2.22 | Cálida Muy fuerte |
| 02/2016 | 1.99 | Cálida Fuerte |
| 03/2016 | 1.58 | Cálida Fuerte |
| 04/2016 | 1.09 | Cálida Moderada |
| 05/2016 | 0.60 | Cálida Débil |
| 06/2016 | 0.10 | Neutra |
| 07/2016 | -0.32 | Neutra |
| 08/2016 | -0.58 | Fría Débil |
| 09/2016 | -0.73 | Fría Débil |

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt

| Mes | ONItmp | Categoría |
|---|---|---|
| 10/2016 | -0.76* | Fría Débil |
| 11/2016 | -0.73** | Fría Débil |

* Se usaron los datos de ( Set. Oct. 2016) ERSST4, (Nov. 2016) NMME (CI 2016 10).
** Se usaron los datos de (Oct. 2016) ERSST4, ( Nov. Dic 2016) NMME (CI 2016 10)

**Tabla 3.2.4.1** Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de enero a noviembre del 2016. Además el ICENtmp para octubre y noviembre del 2016 Fuente IGP.

| Mes | ICEN | Categoría |
|---|---|---|
| 01/2016 | 1.77 | Cálida fuerte |
| 02/2016 | 1.49 | Cálida Moderada |
| 03/2016 | 1.07 | Cálida Moderada |
| 04/2016 | 0.77 | Cálida Débil |
| 05/2016 | 0.54 | Cálida Débil |
| 06/2016 | 0.43 | Cálida Débil |
| 07/2016 | 0.29 | Neutra |
| 08/2016 | 0.17 | Neutra |
| 09/2016 | 0.14 | Neutra |

| Mes | ICENtmp | Categoría |
|---|---|---|
| 10/2016 | 0.12* | Neutra |
| 11/2016 | 0.07** | Neutra |

* Se usaron los datos de (Set. y Oct. 2016) ERSST3v, (Nov. 2016) NMME.
** Se usaron los datos de (Oct. 2016) ERSST3v, ( Nov. Y Dic 2016)NMME
NMME CI 2016 08

**Tabla 3.2.4.2** Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre mayo - octubre de 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

| Estación | Anomalías de la TSM (°C) | | | | | | Anomalías del NMM (cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct |
| Talara | -0.9 | -1.9 | -1.4 | -0.9 | -0.7 | -1.7 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| Paita | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.3 | 0.6 | -0.2 | 2 | 2 | 4 | 6 | 4 | 3 |
| Isla Lobos de Afuera | -0.3 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 0.3 | 0.4 | 0 | -1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Chimbote | 0.7 | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 0 | -2 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| Callao | 1.1 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | -3 | -3 | -1 | 0 | -4 | -1 |
| San Juan | 0.6 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 5 |
| Mollendo | 1 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | - | - | - | - | - | - |
| Matarani | - | - | - | - | - | - | 1 | 3 | 5 | 5 | 2 | 1 |
| Ilo | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | - | - | - | - | - | - |

**Tabla 4.2.1** Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de noviembre de 2016. Para el trimestre OND, el dato mensual de octubre es dato observado de ERSSTv3.

| Modelo | SON | OND | NDE | DEF | EFM | FMA | MAM | AMJ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CFS2 | | 0.10 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | -0.01 | 0.01 | 0.09 |
| CMC1 | | 0.23 | 0.22 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.20 | 0.17 |
| CMC2 | | 0.23 | 0.24 | 0.28 | 0.30 | 0.34 | 0.42 | 0.49 |
| GFDL | | -0.01 | -0.06 | -0.07 | -0.04 | 0.04 | 0.33 | 0.67 |
| NASA | | -0.03 | -0.07 | -0.02 | 0.12 | 0.24 | 0.51 | 0.88 |
| GFDL_FLOR | | -0.09 | -0.16 | -0.05 | 0.12 | 0.24 | 0.48 | 0.70 |
| NCAR_CCSM4 | | 0.08 | 0.11 | 0.27 | 0.36 | 0.29 | 0.15 | 0.06 |
| NMME | | 0.07 | 0.04 | 0.09 | 0.15 | 0.19 | 0.30 | 0.44 |
| ICENtmp | **0.12** | **0.07** | | | | | | |

**Tabla 4.3.1.** Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño costero – La Niña costera en el verano 2016-2017 (diciembre 2016-marzo 2017)

| Magnitud del evento durante Diciembre 2016-marzo 2017 | Probabilidad de ocurrencia |
|---|---|
| La Niña moderado-fuerte | 1% |
| La Niña débil | 13% |
| Neutro | 79% |
| El Niño débil | 6% |
| El Niño moderado-fuerte-extraordinario | 1% |

**Tabla 4.3.2.** Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacifico Central en el verano 2016-2017 (diciembre 2016-marzo 2017)

| Magnitud del evento durante Diciembre 2016-marzo 2017 | Probabilidad de ocurrencia |
|---|---|
| La Niña moderado-fuerte | 1% |
| La Niña débil | 23% |
| Neutro | 70% |
| El Niño débil | 5% |
| El Niño moderado-fuerte-extraordinario | 1% |