

Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras

Marzo 2015

Coordinador: Octavio Morón A.

Grupo de trabajo institucional El Niño

RESUMEN

Durante el mes de marzo, las condiciones cálidas por arriba del umbral de El Niño registradas el mes anterior se mantuvieron en la región Niño 3,4, mientras se desarrollaron rápidamente en la región Niño 1+2 en la segunda quincena del mes. En la capa subsuperficial del Pacífico Ecuatorial Central se observó el fortalecimiento del núcleo cálido principal, alcanzando anomalías térmicas de hasta +5°C, y con proyección hacia el este. El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se presentó desplazado hacia el oeste, con anomalías de hasta -3 hPa, mientras que frente a Perú las presiones atmosféricas a nivel del mar exhibieron anomalías de -1 hPa. El viento costero presentó anomalías positivas de hasta +2m/s y neutras en los primeros días de marzo. Sin embargo, a partir del 10 de marzo se debilitaron los vientos a lo largo de la costa, produciendo anomalías del viento hasta -4 m/s, favoreciendo la proyección de Aguas Ecuatoriales y Tropicales por el norte e incursión de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en la costa central y sur del Perú. Del 1 a 11 de este mes predominaron anomalías térmicas negativas hasta de -4°C, sin embargo, estas desaparecieron rápidamente, siendo sucedidas por anomalías de hasta +3.5 °C en toda la costa peruana hacia el día 23. La reactivación de los vientos y del afloramiento en los últimos días del mes propició la disipación de las condiciones cálidas a lo largo de gran parte de la franja costera de Perú. En los últimos días del mes la zona costera de Paita exhibió un pequeño núcleo de AES (propio de la estación) y luego una profundización leve de la estructura vertical térmica, al mismo tiempo en Chicama fue notoria la presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) fuera de las 60 mn y hasta 20 m de profundidad, mientras se mantuvo profundizada la isoterma de 15°. A pesar de condiciones ambientales aparentemente adversas se registró ejemplares adultos de anchoveta con una mayor presencia frente a Chimbote. Según la simulación de la propagación de ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, entre fines de marzo e inicios de abril 2015 arribaría la onda Kelvin (modo 1) generada entre enero y febrero 2015. Para abril y mayo se pronostica la llegada de dos ondas Kelvin cálidas, la primera de modo 1 y la segunda de modo 2.

1. CONDICIONES FÍSICAS DE MACRO-ESCALA EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL.

1.1 Aspectos Meteorológicos

1.1.1 Distribución del campo de presión a nivel del mar

Se analizó el campo de presión a nivel del mar promedio del 1 al 23 de marzo usando datos del Re-análisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo ubicado alrededor de los 110°W,30°S con una intensidad de ~1018 hPa (Fig. 1), hallándose desplazado hacia el oeste con respecto a su posición habitual y con una intensidad menor que su valor climatológico en ~3 hPa (Fig. 2). Asimismo, frente de la costa del Perú y en el Pacífico ecuatorial cerca de los 180°W se observaron anomalías negativas de presión de -1 hPa. (Fig. 3). Asimismo, se calculó el Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (IAPS) (Chamorro, en prep.) basado en la media móvil trimestral de la anomalía de la presión atmosférica

máxima en el núcleo del APS, con datos de NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996). Se observó que el IAPS presentó un valor de -0.6 en el trimestre EFM 2015, menor que su valor anterior, asociado con anomalías negativas pero dentro del rango neutro (Fig. 4).

1.1.2 Distribución de las anomalías de Radiación de Onda larga y del campo de vientos ecuatoriales a nivel de 850 hPa.

Anomalías negativas de la radiación de onda larga (indicadores de los procesos de convección y de precipitación) fueron evidentes cerca de la Línea de cambio de Fecha. Por el contrario, en el Pacífico Central se evidenció un escenario opuesto (Fig. 5 a). Por otra parte se registró una condición anómala de los vientos ecuatoriales debido a la ocurrencia de vientos del oeste en niveles bajos (850-hPa) sobre el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central. (Fig. 5b). En niveles superiores, a 200 hPa, fueron evidentes las anomalías del Oeste sobre el Pacífico Oriental, y anomalías del Este cerca de la línea de fecha. (Fig. 5c).

1.2 Aspectos oceanográficos

1.2.1 Condiciones superficiales

La temperatura superficial del mar (TSM) (01 al 28 de marzo del 2015) presentó valores sobre el promedio en el Pacífico Ecuatorial, con anomalías de hasta +1.5°C en las cercanías de la Línea del Cambio de Fecha y de hasta +2.5°C en las costas de Norte América (Fig. 6).

La evolución de la TSM en el océano Pacífico ecuatorial (Figs 6b-d, 7) indicaron un marcado incremento de las temperaturas en la segunda quincena del mes en la zona sudoriental y Niño 1+2°C. Hacia finales del mes las ATSM alcanzaron valores +1,2°C en la región Niño 1+2; de +0,6°C en la región Niño 3, de +0,6°C en la región Niño 3.4 y de +1,1°C en la región Niño 4.

1.2.2. Condiciones sub-superficiales en el Pacífico Ecuatorial

La temperatura sub-superficial se incrementó en el Pacífico Central y Oriental, alcanzando anomalías de hasta +5 °C en el núcleo principal. Estas anomalías continuaron mostrando una proyección al Pacífico Oriental (Fig. 8).

2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL FRENTE A LA COSTA PERUANA

2.1 Aspectos Meteorológicos

2.1.1 Velocidad y dirección del viento costero (0 – 40 km).

La velocidad del viento (VV) varió entre 0,5 a 6,5 m/s, al norte de los 10°S se produjeron VV menores a 3,0 m/s durante todo el mes de marzo. En cambio, entre los 10°S y 22°S se produjeron VV de 4,0 a 6,5 m/s entre el 1 y 10 de marzo; entre el 11 y el 23 de marzo se registraron VV bajas (< a 4,0 m/s) mientras que a partir del 24 los vientos tendieron a recuperar su intensidad normal (Fig. 9). En términos de anomalías de la velocidad de viento (AVV), entre el 1 y 10 de marzo se presentaron AVV positivas (+1,0 m/s) en gran parte de la costa, del 11 al 23 de marzo se registraron AVV negativas (entre -4,0 a -1,0 m/s), presentándose las AVV más negativas entre los 12° y 16°S. Luego del 24 de marzo las AVV mostraron tendencia a la normalización (Fig. 10).

El viento presentó dirección predominante del Este-Sudeste (ESE) y Este-Nordeste (ENE) desde Ilo hasta Paita. Al norte de Talara, entre el 1 y 10 de marzo predominaron vientos de dirección Sudoeste (SO), los que fueron reemplazados por vientos de dirección Oeste (O) y Oeste-Sudoeste (OSO) entre el 11 y 23 de marzo (Fig. 10a). Durante los días 19 y 23 de marzo se detectó la presencia de vientos del Nor-Nordeste (NNE) y Nor-Nor en la zona 3°S - 6°S.

2.2 Aspectos Oceanográficos

2.2.1 Anomalía de la altura del nivel medio del mar

Se presentan mapas de distribuciones horizontales de anomalía del nivel del mar obtenidas de altimetría (AVISO). Para la elaboración de los mapas se procesaron datos diarios promediados cada 5 días.

En promedio, en el mes de marzo predominaron Anomalías del Nivel Medio del Mar (ANMM) positivas. Durante la primera semana dentro de las 50 mn las condiciones del NMM se presentaron neutrales, sin embargo, conforme avanzó el mes se desarrollaron ANMM de hasta +15 cm entre Chimbote-Callao y frente a Pisco. Al norte de los 5° S y por fuera de las 50 mn, las ANMM presentaron condiciones neutras (Fig. 11).

Para la franja de 40 km (Fig. 12), desde la segunda semana los valores de ANMM fueron superiores a los +7 cm alcanzando el valor máximo de +20 cm los días 12 al 14 a 3°S, disminuyendo conforme avanzó el mes.

2.2.2 Corrientes geostróficas

Se presentan mapas de distribuciones horizontales de corrientes marinas (CM) obtenidas mediante el método indirecto de balance geostrófico utilizando datos de altimetría provistos por AVISO que han sido promediados cada 5 días.

Durante la primera semana las CM presentaron velocidades débiles (< 15 cm/s) dentro de las 50 mn. Entre el 10 y 15 de marzo, al norte de los 5° S y entre los 13°S - 15°S las velocidades se intensificaron (> 30 cm/s) tanto en la zona costera como en la oceánica (0-100 mn). Entre los días 20-25 de marzo se presentó un núcleo de velocidades intensas (> 30 cm/s) a los 10°S observándose giros antihorarios entre Chimbote y Callao (Fig. 13).

En general, en la franja de 50 - 100 mn predominaron velocidades mayores respecto a la franja de 0 - 50 mn. Sin embargo, los núcleos de velocidades intensas dentro de las 50 mn presentaron valores mayores a los núcleos ubicados dentro de la franja de 50 - 100 mn (Fig. 13).

2.2.3. Temperatura Superficial del Mar

2.2.3.1 Laboratorios Costeros

Los registros de TSM de las estaciones costeras del IMARPE, mostraron que durante las tres primeras semanas de marzo predominaron anomalías negativas en Paita, San José, Chicama, Huanchaco y Chimbote, las cuales se tornaron en anomalías positivas durante la cuarta semana de marzo. La zona de Ilo mostró un predominio de anomalías negativas sólo en la primera semana de marzo, tornándose en positivas las siguientes tres semanas. En tanto que las zonas de Huacho y Callao mostraron un predominio de anomalías negativas durante todo el mes. Por otro lado presentaron un comportamiento particular las zonas de Tumbes y Pisco. Tumbes exhibió anomalías positivas en la primera quincena y negativas en la segunda quincena, mientras que

Pisco mostró anomalías negativas durante la primera y cuarta semana, alternada con anomalías positivas que se presentaron entre la segunda y tercera semana de marzo. Las anomalías negativas más intensas se mostraron durante la primera quincena en Paita y durante la última semana en Pisco, superando valores de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Las anomalías positivas más intensas se presentaron durante la segunda quincena de marzo en Paita, alcanzando valores de $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Fig. 14).

2.2.3.2 Información satelital de TSM y ATSM.

La información satelital (AVHRR OI v2), mostró que durante el mes la lengua de agua cálida formada por la isoterma de $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ se expandió hacia la zona sur hasta que entre la tercera y cuarta semana del mes llegó a juntarse con el núcleo de $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ formado en el codo peruano chileno. Así mismo, frente a la zona norte de Perú, el núcleo de $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ permaneció en zonas oceánicas sin mayores cambios hasta el 11 de marzo. A partir del 12 se observó una expansión de éste núcleo hacia el sur-este, llegando a asomarse hacia la costa hasta ubicarse desde el 20 de marzo, dentro de las 110 mn y los 13° S , permaneciendo así hasta el 26 de marzo. Paralelamente las aguas de menor temperatura se mostraron muy replegadas en el litoral. Sin embargo esta expansión de aguas cálidas se fue debilitando a partir del 27 de marzo, alejándose ligeramente de la zona costera, al mismo tiempo que empezaron a expandirse las aguas de menor temperatura desde el litoral hacia zonas oceánicas (Fig. 15).

Asimismo, las anomalías negativas y de condiciones neutrales, predominaron durante la primera quincena del mes, tanto en zonas oceánicas como en zonas costeras. Sin embargo dentro de las 110 mn, se observó un rápido cambio en la distribución espacial de anomalías térmicas hacia la quincena de marzo, pasando de condiciones neutras y frías hacia condiciones cálidas, las cuales llegaron a expandirse entre los 7° y 21° S . Estas condiciones se fueron acentuando, hasta llegar a mostrar un amplio predominio de anomalías que superaron los $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en todo el sistema marino ubicado frente a Perú. Las anomalías positivas de mayor intensidad superaron los $+3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ubicándose en grandes núcleos frente a la zona centro-norte y otros pequeños que se ubicaron hasta los 18° S . Estas condiciones mostraron un proceso de atenuación a partir del 28 de marzo, llegando a observarse con notoriedad el desarrollo y expansión de anomalías negativas en la zona centro-norte, y en menor proporción a lo largo de toda la costa el 29 de marzo (Fig. 16).

Con el fin de caracterizar la variación interanual oceanográfica frente a la costa peruana se empleó el Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) (Quispe et al 2012) que integra mediante un análisis de funciones ortogonales empíricas las anomalías de TSM de las aguas costeras frente al Perú entre 4°S - 16°S y dentro de los 80 km usando la base de datos de NOAA-NCDC OISST v2 (Reynolds et al 2007) (Figura 17). El valor mensual del ITCP durante marzo fue $+0.26$ que está dentro del rango neutral, y durante el trimestre EFM 2015 los valores del ITCP estuvieron también dentro del rango neutral

2.2.3.3 Condiciones oceanográficas subsuperficiales

Entre el 17 al 22 de marzo, se realizó el Monitoreo de las Condiciones Bio-Oceanográficas frente a Chicama y Paita, correspondiente al programa PpR 068 ENFEN, a bordo del "BIC LUIS FLORES PORTUGAL".

2.2.3.3.1 Sección Paita

Esta sección se realizó entre el 19-20 de marzo del 2015, presentó una termoclina fortalecida, con isotermas de 17° a 24°C sobre los 40 m de profundidad, La estructura

halina mostró en la zona costera y sobre los 20 m el predominio de AES, y por debajo aguas de mezcla desde la zona costera hasta la 100 m. Las ASS se ubicaron entre las 80 y 100 mn a una profundidad de 10 m. En relación al oxígeno disuelto, las concentraciones estuvieron asociadas a las aguas cálidas del norte (AES), en tanto que, las concentraciones de 3 mL/L en la zona costera indicaron un afloramiento dentro de las 16 mn. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se ubicó a 200 m de profundidad cubriendo toda el área prospectada (Fig. 18).

2.2.3.3.2 Sección Chicama

La sección frente a Chicama realizada entre el 17 y 18 de marzo 2015 mostró una termoclina fortalecida compuesta por isotermas de 17°-26°C, las mismas que se distribuyeron desde la superficie hasta los 50 metros de profundidad. La isoterma de 15°C se presentó entre 70 y 110 m de profundidad aproximadamente, mostrando cierta profundización dentro de 30 mn.

Aguas de mezcla se registraron en la capa superficial dentro de las 50 mn, presencia de ASS fueron se ubicaron entre 60 y 100 millas náuticas, y hasta una profundidad de 20 m. El oxígeno en el área presentó concentraciones de hasta 8 mL/L producto de presencia de una marea roja ubicada a 30 millas, la misma que tuvo un espesor de 20 m. Presencia de 8 iso-oxigenas (1-8 mL/L), la mínima de oxígeno se localizó a una profundidad de 20 m cerca a la costa, hasta los 150 m fuera de las 50 mn, mostrando un comportamiento ascendente hacia la costa (Fig. 19).

2.2.4 Estación Fija Paita (05°04´S, 81°14.9´W).

A inicios del mes de marzo se observó una tendencia a la normalización del ambiente, registrándose el día 9 aproximación a la superficie de la isoterma de 17°C, esta isoterma se volvió a profundizar por debilitamiento de los vientos, lo que originó proyección hacia el sur de aguas cálidas, profundizando moderadamente las isotermas superficiales (23 de marzo). El muestreo realizado el 30 de marzo mostró un ligero ascenso de isotermas e iso-oxígenas superficiales con respecto al día 23 y presencia de AES hasta 20 m de profundidad. Sin embargo las isotermas de 17° y 16°C mostraron profundización. Este comportamiento sugiere que las aguas cálidas superficiales tendieron a dispersarse, mientras que en la capa subsuperficial se evidenciaría el arribo de la onda Kelvin de poca intensidad pronosticada fines de marzo (Fig. 20)

2.2.5 Estación Fija Chicama (07°49.2´S, 79°49.4´W).

La estación Fija Chicama exhibió una termoclina sobre los 25 m de profundidad, la misma que presentó una ligera profundización por efecto de un incremento de la temperatura superficial (Fig. 21a). La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) ascendió de 60 a 35 m de profundidad entre febrero y marzo, lo que sugiere una intensificación del afloramiento costero (Fig. 21b). La salinidad, mantuvo valores propios de Aguas Costeras a Frías (ACF) (Fig. 21c).

2.2.6 Condiciones de fertilidad y de productividad

2.2.6.1 Nutrientes Estación Fija Paita y Chicama

Frente a Paita (EFP) las condiciones oceanográficas durante el verano 2015 muestran tres pulsos cálidos, la primera semana de enero, la segunda semana de febrero y la última semana de marzo, observando que las condiciones cálidas en febrero afectaron la fertilidad del mar, por presentar fosfatos inferiores a 1,5 µM y nitratos alrededor de

10,0 μM por debajo de lo habitual. A fines de marzo del 2015 a pesar del pulso cálido con registro de las Aguas Ecuatoriales Superficiales, los nutrientes por debajo de los 10 m de profundidad presentaron concentraciones apropiadas para la fertilidad con 2,5 μM de fosfatos y mayores a 10,0 μM de nitratos, siendo superiores a lo registrado en el año 2014 (Figura 22).

En la sección vertical de Chicama los aportes de nutrientes en la primavera 2014 e inicios del verano 2015, fueron propios de la costa central del Perú, registrando en la superficie valores alrededor de 2,0 μM fosfatos, 10,0 μM para silicatos y nitratos, en febrero y marzo 2015 (Fig. 23) los nutrientes presentan concentraciones inferiores a los mencionados, debido al consumo en la actividad fotosintética, así como a la presencia de Aguas de Mezcla entre Aguas Costeras Frías y Aguas Subtropicales Superficiales (Figura 23)..

2.2.6.2 Clorofila-a Superficial (ITCP)

Para el análisis de la clorofila-a superficial se utilizó información proveniente del satélite MODIS diaria con una resolución espacial de 4 km. Además, se construyó una climatología mensual de clorofila-a superficial tomando en cuenta la información del 2002 al 2013. En base a ello, se obtuvieron anomalías promedio de la clorofila-a superficial (mg/m^3) mensual y cada 5 días.

En promedio las anomalías de clorofila-a superficial presentan una tendencia negativa a partir de comienzos marzo del 2015 (Figura 24). Especialmente se puede observar que la zona norte (entre los 8°S a 12°S) es la que presenta mayores anomalías negativas y la zona centro anomalías positivas (~13°S) (Figura 25).

En cuanto a la distancia a la costa las concentraciones de clorofila-a son menores en comparación a las registradas durante el verano año 2014 y se encuentran más cercanas a la costa, siendo la zona centro más productiva que la zona norte este verano (Figuras 26 y 27).

2.2.7 Condiciones ambientales durante el Crucero de Investigación de Evaluación del Recurso Pelágico 1502-04 BIC Olaya

La TSM presentó un rango de variación de 16,96° a 27,48°C con un promedio de 22,32°C. De Puerto Pizarro a Punta Sal se observaron las mayores temperaturas que alcanzaron registros de 27°C y estuvieron asociadas al avance de aguas cálidas, en cambio de Pimentel a Huacho se observaron los menores registros de temperatura (<19°C) probablemente asociados a débiles procesos de afloramiento costero. En general, se observaron temperaturas cálidas al norte de Talara y por fuera de las 50 mn de Punta La Negra, Malabrigo a Chimbote y de Huarmey a Huacho (Fig. 28a).

Las anomalías térmicas (ATSM) variaron de -3,51°C a +4,23°C con un promedio para el área evaluada de +0,02° C. Condiciones cálidas se registraron al norte de Talara y por fuera de las 50 mn de Punta La Negra, de Malabrigo a Chimbote, Huarmey a Huacho mientras que condiciones frías se presentaron en la franja costera de Paita a Punta La Negra, de Pimentel a Huacho siendo frente a Pimentel y Chimbote en donde presento una mayor amplitud. (Fig. 28b)

La SSM osciló entre 32,542 a 35,345 ups. Las Aguas Tropicales Superficiales ATS (S< 33,8 ups) se observaron frente a Puerto Pizarro ligado a los mayores valores térmicos (27°C), mientras las AES (S = 33,8 ups ~ 34,8 ups) se presentaron desde Talara a Puerto Pizarro. Las ACF se observaron en promedio dentro de las 45 mn desde Paita a

Malabrigo. Las ASS se presentaron desde Malabrigo hasta Huacho siendo su mayor aproximación costera entre Casma y Huarney. Aguas de mezcla por la interacción de las AES con ACF y de las ACF con ASS, en el primer caso, se ubicaron por fuera de las 60 mn de Paita a Punta La Negra y en el segundo entre Malabrigo y Huacho observándose frente a Chimbote una mayor amplitud de esta mezcla (Fig. 28c).

2.3 Indicadores Biológicos del Plancton

2.3.1 Fitoplancton

2.3.1.1 Perfil hidrográfico Paita y Chicama

Entre el 17 y 27 de marzo de 2015 se realizó el monitoreo en las estaciones correspondientes al perfil hidrográfico Paita y Chicama, a bordo del BIC Luis Flores a una distancia hasta las 100 mn de la costa. Se obtuvieron 14 muestras colectadas con red estándar de fitoplancton (75 micrómetros de abertura de malla) a nivel de superficie.

En el perfil Paita, sólo se determinó al dinoflagelado *Ceratium praelongum* indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) a 100 mn (Est. 7) asociado a TSM de 23,2 °C (Tabla 1), mientras que, en el perfil Chicama hubo ausencia de indicadores (Tablas 2). En este último perfil, a 15 y 30 mn predominó el fitoplancton con abundancias relativas de “Muy Abundante” destacando la diatomea *Coscinodiscus perforatus* y el dinoflagelado *Ceratium furca*, respectivamente.

Por otro lado, se observó en ambos perfiles la presencia de una mayor riqueza de especies entre diatomeas de aguas cálidas (*Planktoniella sol*, *Guinardia flaccida*, *Detonula confervacea*, *Rhizosolenia temperei*, *Proboscia alata*, *Chaetoceros coarctatus* y *Pseudozolenia calcar-avis*) como de dinoflagelados termófilos (*Goniodoma polyedricum*, *Ceratium gravidum*, *C. massiliense*, *C. azoricum*, *C. kofoidii*, *C. longirostrum*, *C. candelabrum*, *C. trichoceros*, *Protoperidinium brochii*, *P. quarnerense*, *P. grande* y *Dinophysis tripos*, entre otros).

2.2.2 Zooplancton

2.2.2.1 Sección Paita

Se determinó al copépodo *C. furcatus* especie asociada a AES distribuido en toda el área evaluada; seguida por los indicadores de ASS como los copépodos *I. plumulosus*, *A. danae* y *O. conifera* localizados entre las 11 y 60 mn. Indicadores de ACF como el copépodo *C. brachiatus* se observó dentro de la 10 mn de costa. La coincidencia de más de un tipo de indicador de masas de agua en un mismo punto, denota la presencia de procesos de mezcla. (Fig. 29a).

Con relación al ictioplancton se determinó huevos y larvas de “anchoveta” y “vinciguerría”, el primero localizados dentro de las 10 mn, mientras que el segundo por fuera de las 40 mn de la costa (Fig. 29b)

2.2.2.2 Sección Chicama

Durante este periodo se observa un predominio de especies asociadas a ACF, registrando al copépodo *C. brachiatus* localizado dentro de las 60 mn de la costa, mientras que especies indicadoras de ASS como los copépodos *A. danae* y *C. pavo* fueron observados entre las 80 y 100 mn de la costa, la especie asociada a AES como el copépodo *C. furcatus* solo fue determinado a 80 mn de la costa, lo que revela una área de mezcla de AES y ASS (Fig. 29a).

Con respecto al ictioplancton se observa que los huevos de anchoveta se presentaron dentro de las 45 mn, mientras que las larvas solo se ubicaron en dos estaciones a 45 mn y 80 mn, asimismo por fuera de las 80 mn de costa se determinó larvas de *V. lucetia* “pez luminoso”, relacionada principalmente a ASS (Figura 29b).

3. INDICADORES BIOLÓGICOS PESQUEROS

Se utilizó información biológica – pesquera diaria de 01 - 25 de marzo de los programas de Seguimiento de la Pesquería Pelágica, Bitácoras de Pesca (PBP), del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1502-04 y Pesca Exploratoria de la Región Sur (13-17 marzo) que proporcionaron datos de distribución, estado fisiológico y reproductivo de las especies para establecer indicadores sobre las condiciones ambientales anómalas que se presenta en la costa frente a Perú.

3.1 Desembarques

3.1.1 Desembarques de la pesquería pelágica

3.1.1.1 Desembarque de anchoveta

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota de menor escala y artesanal en el litoral peruano del 01 de enero al 25 de marzo de 2015 ascendió a 11 424 toneladas (t). La especie de mayor desembarque fue *Engraulis ringens* “anchoveta” con el 90,61% del total, seguido de *Scomber japonicus* “caballa” con el 4,75%, *Trachurus murphyi* “jurel” con el 0,89% (Tabla 3).

El desembarque de la anchoveta de enero a la actualidad ha sido bastante variable. En marzo, los registros de pulsos de mayor desembarque alcanzaron valores de 400 t (Fig. 30).

3.1.1.2 Desembarques de la pesquería demersal y costera

En febrero del 2015, los desembarques de merluza realizada por la flota arrastrera industrial alcanzó volúmenes de 4 740,7 t, observándose un incremento de 17% con respecto a enero (4051 t). En marzo, se registra un volumen menor (3755,6 t). Los mayores volúmenes de extracción fueron realizadas por las embarcaciones arrastreras costeras (EAC) con una representatividad del 64,3% (febrero) y 68,0% (marzo) (Fig. 29). De la cuota asignada de merluza para el régimen de pesca correspondiente al periodo julio 2014- junio 2015 se ha extraído el 65,5%. La flota artesanal, desembarcó 150,1 t de merluza en febrero frente al litoral de Tumbes (17,7%), Paita (82,2%) y en Huanchaco (0,02%), mientras que en marzo, frente a Paita se desembarcó 97,8 t (Fig. 31).

En febrero del 2015, las principales especies demersales registraron un volumen de 1312,8 t en los principales desembarcaderos del litoral (51); mientras que en marzo se va reportando parcialmente 146,4 t, con mayores descargas en la zona norte en ambos meses (97,2%, 91,9%). En el caso de las especies costeras, se registró volúmenes de 1173,2 t (febrero) y 241,1 t (marzo) con mayores descargas en la zona norte del litoral (59,8% y 41,6%) (Fig. 32).

Por otro lado, los niveles de desembarque de las principales especies demersales y costeras han sido similares, en los últimos meses (Fig. 33).

En el presente verano, entre los demersales, se reporta descargas de 2958,7 t (cifra preliminar). Las especies más representativas fueron la cachema *Cynosicon analis* (35,5%), anguila *Ophichthus remiger* (16,8%), coco *Paralonchurus peruanus* (15,3%) chiri *Peprilus medius* (10,6%), entre otras con una representatividad menor al 10%.

Las mayores descargas se registraron en los ámbitos de los laboratorios costeros de Paita (62,8%), Tumbes (19,2%), Huanchaco (8,8%), principalmente. Entre los costeros, acumularon 3071,5 t en este periodo. Las especies más representativas fueron la lisa (61,6%), lorna (15,9%), pejerrey (10,3%). Las mayores descargas se dieron en los principales desembarcaderos de las jurisdicciones de Huanchaco (19,7%), Huacho (19,2%), Santa Rosa (16,9%), Paita (14%), entre otros (Fig. 34).

Con relación a la evolución temporal de los niveles de desembarque en el extremo norte del litoral, en febrero del 2015, se observa que en la mayoría de las principales especies demersales y costeras, se mantienen dentro de sus promedios, salvo pulsos de abundancia inusuales en el caso del chiri *Peprilus medius*, frente al litoral de Tumbes (271,01 t); y cachema frente al litoral de Paita (463,5 t), especie que presentó un pulso máximo importante en el mes anterior (516,3 t) (Fig. 35).

3.2 Estructura de Tallas

3.2.1 Recurso Pelágicos

3.2.1.1 Anchoqueta

La estructura por tamaños de anchoqueta fue predominantemente adulta, con rango general de 8,5 a 17,0 cm de longitud total (LT). Las agregaciones de Callao y Pisco presentaron 13,5 y 26,9% de juveniles respectivamente, mientras que en Paita (5°S) y Chimbote (9°S) se registraron ejemplares principalmente adultos (Fig. 36).

3.2.1.2 Recursos transzonales

Los recursos jurel, caballa y bonito, se distribuyeron entre Callao y Pucusana (12°S). La estructura de tallas de jurel, presentó un rango entre 22 y 35 cm LT, con moda principal en 26 cm y moda secundaria en 31 cm LT, la incidencia de individuos juveniles fue del 32,3 %. La caballa presentó una estructura de talla predominantemente juvenil, con rango entre 21 y 33 cm LH, y moda en 25 cm. La presencia de juveniles representó el 95 %. El bonito presentó un amplio rango de tallas, 35 a 64 cm, con modas principales en 42 y 60 cm y 80% de juveniles (Fig. 37).

3.2.2 Recursos demersales

En febrero del 2015, la merluza capturada por la flota industrial presentó un ligero incremento de amplitud de tallas, el cual estuvo comprendido entre 12,0 a 75,0 cm en las áreas tradicionales de pesca; con una talla media (36,2 cm) y moda principal (37,0 cm); superiores a la talla mínima de captura (TMC=35,0 cm). En marzo, las tallas de merluza oscilaron entre 13,0 y 78,0 cm, determinándose un ligero incremento de la talla media (36,6 cm) y moda (38,0 cm) (Fig. 38).

En febrero 2015, en el caso de la anguila, capturada por la flota de menor escala mediante espinel, presentó un rango de talla comprendida entre 54,0 y 100,0 cm frente al litoral de Tumbes, con una media (73,2 cm) y moda (70,0 cm), superior a la TMC (42,0 cm), observándose el retorno de ejemplares grandes mayores de 91 cm. Asimismo, los valores de la media (50,4 cm) y moda (49,0 cm) de anguila incrementaron ligeramente, con respecto a los meses anteriores, frente al litoral de Paita, donde es capturada con trampa; sin embargo, la media y moda disminuyeron en marzo en 0,9 y 2,0 cm, respectivamente (Fig. 39).

3.3 Distribución espacial de principales recursos

3.3.1 Recurso Pelágicos

3.3.1.1 Anchoqueta

Los puertos de desembarque de anchoqueta fueron Paita (5°S) y Chimbote (9°S) en la región norte, Callao (12°S) y Pisco (13°S) en la región centro (Fig. 40).

3.3.1.2 Otras especies

Dentro de las especies no objetivo desembarcadas, se registraron especies indicadoras de ingreso de aguas cálidas, proveniente del norte, como *Cetengraulis mysticetus* “Ayamarca”, *Engyoprhys sanctilaurentia* “lenguado de cola manchada” y *Etopus ectenes* “Lenguado de boca chica” (Fig. 41).

3.4 Crucero de evaluación de recursos pelágicos (Cr.1502-04) - Puerto Pizarro – Chancay.

Al norte de Chancay (11°S), se registraron especies indicadoras de condiciones cálidas, individuos del género *Peprilus* sp “palometa o chiri” frente a Paita (5°S) propios de AES, la especie *Merluccius gayi peruanus* “merluza” hasta Chimbote (9°S) indicadora del ingreso de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell. De la zona oceánica se observó el ingreso de *Gempylus serpens* “picuda o barracuda”, *Scomberomorus sierra* “Sierra”, *Katsuwonus pelamis* “Barrilete” y *Scomberesox saurus* “Agujilla” propios de ASS, así como la especie trazonal *Sarda chiliensis* “Bonito” (Fig. 42).

3.5 Pesca exploratoria de la región sur (13 – 17 de marzo de 2015).

Del 13 al 17 de marzo del 2015, el IMARPE realizó una Pesca Exploratoria con el propósito de actualizar la información sobre la distribución de la anchoqueta, estructura por tallas y composición por especies en la Región Sur del mar peruano (R.M. N° 053-2015-PRODUCE, modificada por la R.M. N° 065-2015-PRODUCE).

Las tallas de la anchoqueta registradas durante la Pesca Exploratoria fluctuaron entre los 8,0 y 16,5 cm de LT, con moda de 12,5 cm y 21% de juveniles. En el 52% de los lances observados se presentó una incidencia de juveniles superior al 10%. Estos lances se ubicaron principalmente frente Atico (16°S), Mollendo (17°S) y al sur de Ilo (Fig. 43).

El 99% de las capturas correspondió a la anchoqueta. Entre los otros recursos, se observó la especie *Normanichthys crokeri* “camotillo” indicador de ATSA y las especies oceánicas indicadoras de ASS como *Katsuwonus pelamis* “Barrilete” y *Scomberesox saurus* “Agujilla”, *Makaira indica* “Merlín” y *Coryphaena hippurus* “perico” propios de ASS, así como la especie trazonal *Sarda chiliensis* “Bonito” (Fig. 44).

3.6 Biología reproductiva de la anchoqueta

Los indicadores reproductivos del stock norte-centro de anchoqueta, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD) mostraron una actividad reproductiva prolongada entre los meses de agosto 2014 a febrero del 2015 y el inicio de la declinación del desove de verano respectivamente. Mientras que el índice de contenido graso (CG) indicó la disminución de la condición somática del recurso, con valores por debajo del patrón histórico, debido al desgaste energético que ha sufrido luego de un amplio periodo de desove (Fig. 45).

4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACÍFICO ECUATORIAL Y FRENTE A LA COSTA PERUANA.

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

A gran escala, desde el mes octubre 2014 hasta inicios de marzo 2015, las anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 se ha mantenido sobre el umbral de +0.5 C. Durante el último mes algunas variables atmosféricas indicaron patrones asociadas a una condición El Niño débil, tales como el debilitamiento de los alisios en el Pacífico Occidental y Central, indicando un acoplamiento entre el océano y la atmosfera en esta región del Pacífico Ecuatorial. Según las agencias internacionales (IRI, marzo 2015), la mayoría de los modelos de predicción de ENOS (Niño 3.4), pronostican la continuación de las condiciones de El Niño durante el periodo marzo-mayo 2015, con una probabilidad de 55-60% (Fig. 46).

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Con el fin de detectar la propagación de las ondas Kelvin hacia el Pacífico Ecuatorial Oriental, siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002) se graficó la contribución de los modos baroclínicos 1 y 2 de las ondas Kelvin a las anomalías del nivel del mar (cm) en el Pacífico Ecuatorial (Figs. 47). Los valores positivos corresponden a ondas Kelvin tipo “hundimiento o cálidas” y los valores negativos corresponden a ondas Kelvin tipo “afloramiento o frías”. La proyección de las ondas Kelvin a partir del 20 de marzo 2015 se realiza sin el forzante de vientos. Según la simulación de la propagación de ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, una onda Kelvin cálida (modo 1) que fue generada entre enero y febrero debido a los vientos del oeste en el Pacífico Ecuatorial Occidental, llegaría a las costas de Sudamérica entre marzo y abril. Otra onda Kelvin cálida (modo 1) generada entre febrero y marzo, debido a los vientos del oeste en el Pacífico Ecuatorial Occidental, llegaría a las costas de Sudamérica en abril. Finalmente, una onda Kelvin cálida (modo 2) generada a fines de febrero, debido también a pulsos de vientos del oeste, llegaría a las costas de Sudamérica en mayo.

4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú

Simulaciones realizadas con un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico Tropical Ecuatorial predicen condiciones cálidas para el ITCP condiciones cálidas entre abril y julio 2015 con un máximo en mayo 2015. (Fig. 48).

Por otra parte, los pronósticos del Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) con el modelo basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (VAC) y el indicador del anticiclón del Pacífico Sur (APS) indican que los valores del ITCP sería condiciones neutras entre abril y julio 2015 (Fig. 49).

DISCUSION

En los últimos meses el mar peruano viene presentando serias alteraciones asociadas principalmente a las fluctuaciones que viene presentando en su ubicación e intensidad el Anticiclón del Pacífico Sur, el mismo que entre enero y marzo se presentó orientado hacia el Sureste y Suroeste de su ubicación normal, con anomalías de +2 hPa a +3 hPa, mientras que frente a Perú las presiones atmosféricas a nivel del mar han exhibido valores de normales a anomalías de -1 hPa. Estas bajas presiones dieron

lugar a que los vientos en la costa peruana sean débiles; al norte de los 10°S se produjeron velocidades de viento (VV) menores a 3,0 m/s durante todo el mes de marzo, acentuados entre el 11 al 23 de marzo, cuando se registraron anomalías de la velocidad del viento (AVV) negativas entre -4,0 a -1,0 m/s, principalmente entre los 12° y 16°S.

Este debilitamiento de viento propició que las AES (22-25°C) y las ATS (25-28°C) se proyectasen hacia el sur y que las ASS se aproximen a la costa, elevando la temperatura superficial hasta +4°C en la zona norte y entre 2 y 3°C en la zona central. Las anomalías térmicas asociadas al evento de calentamiento se han presentado solamente sobre los 20 – 25 m; a mayor profundidad no se han registrado marcadas anomalías, indicativo de que el mecanismo de calentamiento no estuvo relacionado al efecto de ondas provenientes del Pacífico Ecuatorial, sino a las condiciones locales del viento costero. Al reactivarse la VV después del 23 de marzo, se apreció el descenso paulatino de las anomalías térmicas, alcanzando rápidamente (a fin de mes) valores próximos a lo normal a lo largo de la franja costera.

Si bien es cierto, la reactivación de la VV ha favorecido a la franja costera, todavía se registran condiciones cálidas en la zona norte, posiblemente asociado al núcleo cálido subsuperficial que se proyecta al Pacífico Oriental y para el cual se estima su arribo en el mes de mayo.

CONCLUSIONES

- El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo desplazado hacia el oeste con respecto a su posición habitual y con una intensidad menor que su valor climatológico en ~3 hPa.
- La temperatura superficial del mar en las Regiones Niño del Pacífico Ecuatorial mostró un marcado incremento en la segunda quincena del mes, alcanzando anomalías de: +1,2°C; +0,6°C, +0,6°C y de +1,1°C en las regiones 1+2, 3, 3.4 y 4, respectivamente.
- La capa subsuperficial del Pacífico Ecuatorial incrementó su anomalías a +5 °C en el núcleo principal. Estas anomalías siguen mostrando una proyección al Pacífico Oriental
- Las anomalías de la velocidad de viento variaron entre -4,0 y +1,0 m/s. Entre el 1 y 10 de marzo se presentaron anomalías positivas (+1,0 m/s) en gran parte de la costa, entre el 11 al 23 de marzo se registraron anomalías negativas (entre -4,0 a -1,0 m/s). A partir del 24 de marzo los vientos tendieron a recuperar su velocidad promedio.
- El Crucero Pelágico 1503-04 encontró condiciones próximas a lo normal frente a las zonas norte y centro del Perú, debido a que las exploró antes del 14 de marzo, es decir antes del evento de debilitamiento de los vientos y calentamiento.
- El debilitamiento de los vientos propició en superficie proyección hacia el sur de Aguas Ecuatoriales y Tropicales en la zona norte, y aproximación de Aguas subtropicales en la zona sur, mientras que la columna de agua no mostró mayores alteraciones.

- La distribución del indicador de ASS del fitoplacton fue típico para esta época del año, no obstante la ausencia del indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) estaría señalando anomalías que se manifiestan con la de presencia de especies de aguas cálidas cerca a la zona costera.
- En promedio las anomalías de clorofila-a superficial presentan una tendencia negativa a partir de comienzos marzo del 2015. Especialmente, la zona norte (entre los 8°S a 12°S) presentó mayores anomalías negativas y la zona centro anomalías positivas (~13°S). En cuanto a la distancia a la costa las concentraciones de clorofila-a son menores en comparación a las registradas durante el verano año 2014 y se encuentran más cercanas a la costa, siendo la zona centro más productiva que la zona norte este verano.
- El desembarque de la anchoveta de enero a la actualidad de la flota de menor escala y artesanal en el litoral peruano ha sido bastante variable. En marzo, los registros de pulsos de mayor desembarque alcanzaron valores de 400 toneladas.
- El índice gonadosomático y fracción desovante de la anchoveta mostraron una actividad reproductiva prolongada entre los meses de agosto 2014 a febrero del 2015, mientras que el índice de contenido graso indicó la disminución de la condición somática del recurso, con valores por debajo del patrón histórico.

PRONOSTICOS

- Según la simulación de la propagación de las ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, entre fines de marzo e inicios de abril se espera el arribo a las costas de Sudamérica de una onda Kelvin cálida (modo 1). Posteriormente, en abril se espera el arribo de otra onda Kelvin cálida (modo 1). Finalmente, en el mes de mayo 2015 se espera el arribo a las costas de Sudamérica de una onda Kelvin cálida (modo 2).
- Según los modelos de simulación del ITCP, se pronostican condiciones cálidas débiles a moderadas en los próximos dos a tres meses para la franja costera frente al Perú.
- Respecto a los pronósticos de las condiciones frente a la costa del Perú. Los modelos de pronóstico del Índice Térmico Costero Peruano (ITCP): El modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia (basado en forzantes del Pacífico Ecuatorial) pronostica para el ITCP condiciones cálidas entre abril 2015 y julio 2015. Por otro lado, el modelo basado en el volumen de agua cálida ecuatorial y el Anticiclón del Pacífico Sur pronostica que los valores del ITCP serían de condiciones cálidas en febrero 2015, y condiciones neutra entre marzo y mayo 2015

BIBLIOGRAFÍA

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.

Illig, S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S.E. Lagerloef. 2004. Inter-annual long equatorial waves in the Tropical Atlantic from a high-resolution OGCM experiment in 1981–2000, J. Geophys. Res. 109 (C2): C02022.

Kalnay et al. 1996, The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470,

Quispe, C., C. Romero, J. Tam, D. Espinoza, H. Demarcq, R. Oliveros, J. Ramos y C. Paulino. 2012. Indicadores de efectos de El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS) frente al Perú. p.47. En: UCSUR (Ed.). Libro de resúmenes del III Congreso de Ciencias del Mar (III CONCIMAR). 354 p.

Reynolds, R. W., T. M. Smith, C. Liu, D. B. Chelton, K. S. Casey, and M. G. Schlax, 2007: Daily high-resolution blended analyses for sea surface temperature. J. Climate, 20, 5473-5496.

El presente informe fue elaborado por:

Octavio Morón A (Coordinador)
Adolfo Chamorro
David Correa
Gertrudes Luque
Roberto Quesken L.
Cecilia Peña T.
Luis Pizarro P.

Jesús Ledesma
Carlos Quispe C.
Juan Arguelles T.
Daniel Quispe
Elcira Delgado
Veronica Blaskovic´
Dante Espinoza.

Dr. Dimitri Gutierrez (DGIOCC).

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Distribución de Indicadores biológicos del fitoplancton en el perfil hidrográfico Paita 1503

Fecha	Distancia a la costa (mn)							
	5	10	15	20	40	60	80	100
Mzo-14					^^^^			
Mzo-15								X

Tabla 2. Distribución de Indicadores biológicos del fitoplancton en el perfil hidrográfico Chicama 1503

	Distancia a la costa (mn)						
	5	11	16	40	60	80	100
Mzo-14							
Feb - 15						^^^^^^	^^^^^^
Mzo-15							

Tabla 3. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota artesanal y de menor escala (01 enero - 15 marzo 2015). Fuente: AFIRNP/IMARPE

Spp. \ Región	Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	4916.0	5434.7	10350.7	0.0	10350.7	90.61
Sardina	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Jurel	1.5	87.7	89.2	12.0	101.2	0.89
Caballa	2.6	527.1	529.7	12.4	542.1	4.75
Samasa	84.1	28.9	113.0	0.0	113.0	0.99
Otros	171.9	144.7	316.6	0.0	316.6	2.77
Total	5176.1	6223.1	11399.2	24.4	11423.5	100.00
%	45.3	54.5	99.8	0.2	100.0	

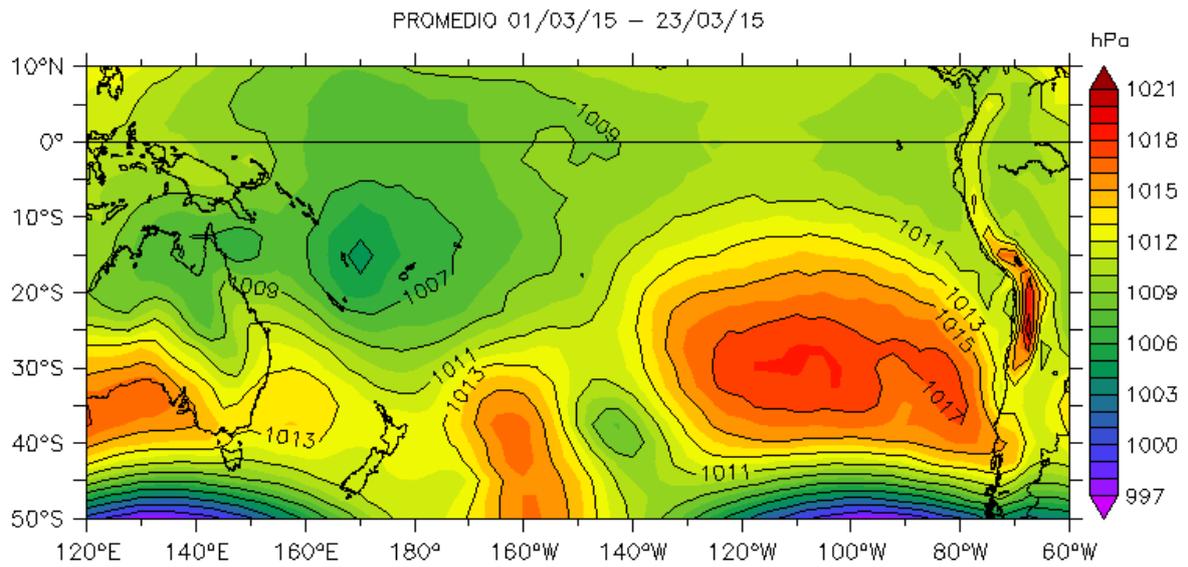


Figura 1. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-23 marzo 2015, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

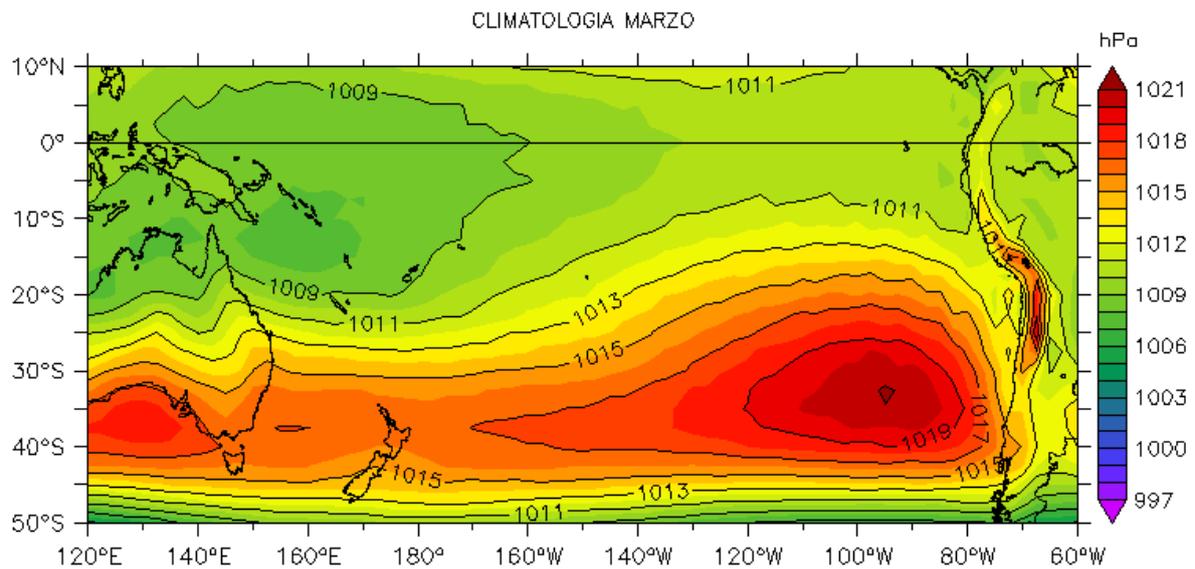


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, climatología marzo. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

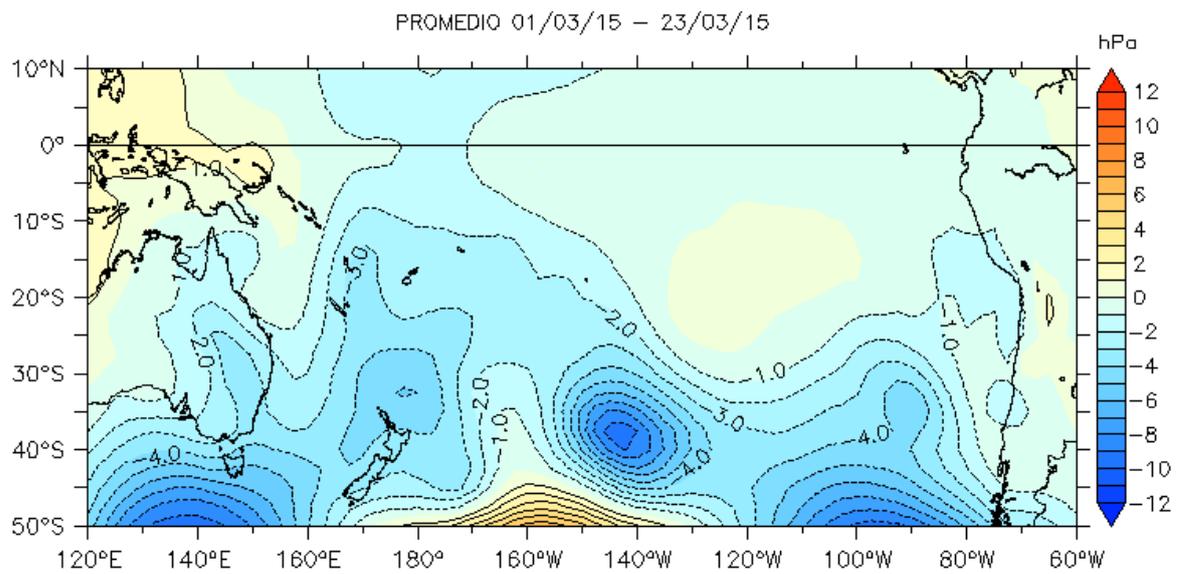


Figura 3. Anomalías de presión atmosférica a nivel del mar en hPa, promedio 1-23 marzo 2015.
Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

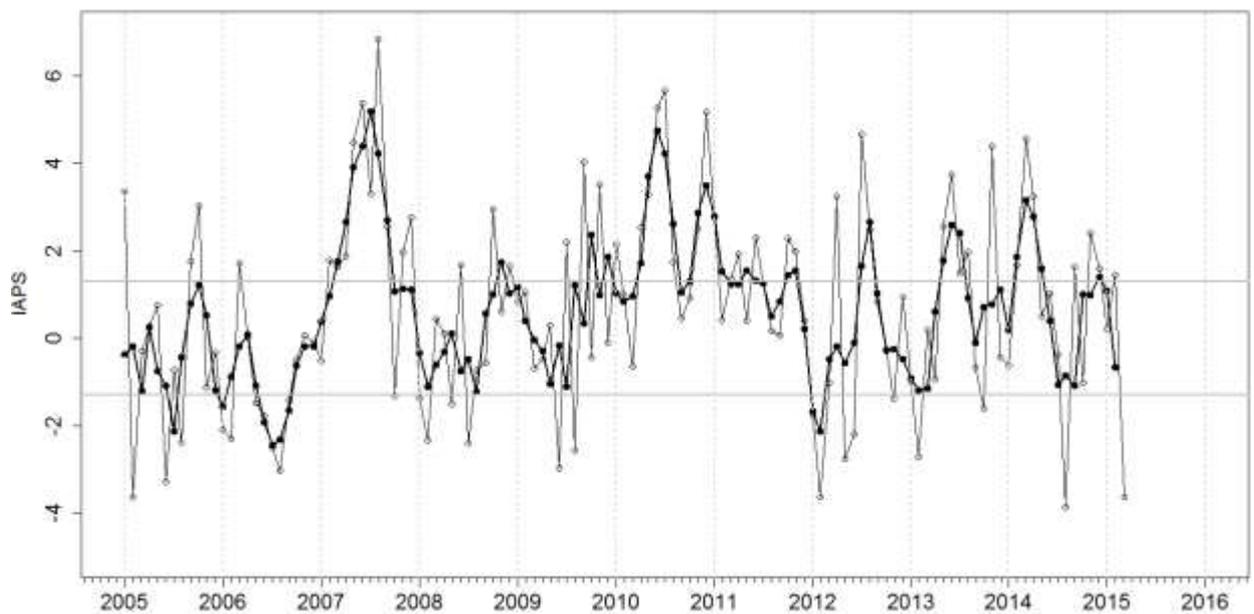


Figura 4. Variación temporal del IAPS hasta el trimestre EFM 2015. La variación temporal del IAPS (circulo negro) y de la anomalía mensual de la presión atmosférica a nivel mar del núcleo del APS (circulo blanco).

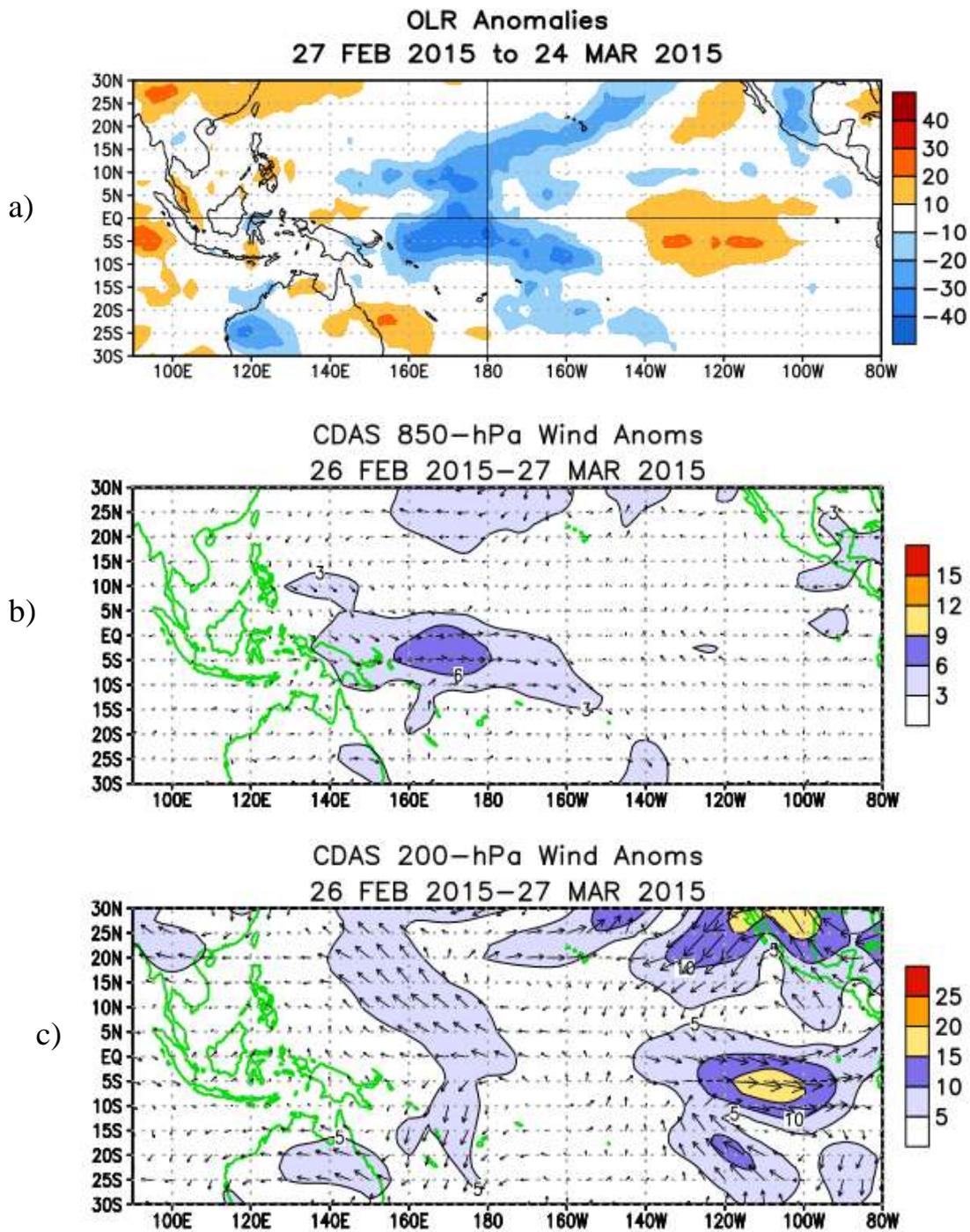


Figura 5. a) Distribución promedio de las anomalías de la Radiación de Onda Larga del 27 febrero – 24 marzo 2015 y, b-c) Distribución promedio (26 de febrero-27 marzo) de las anomalías de vientos a nivel de 850 y 200 hPa.

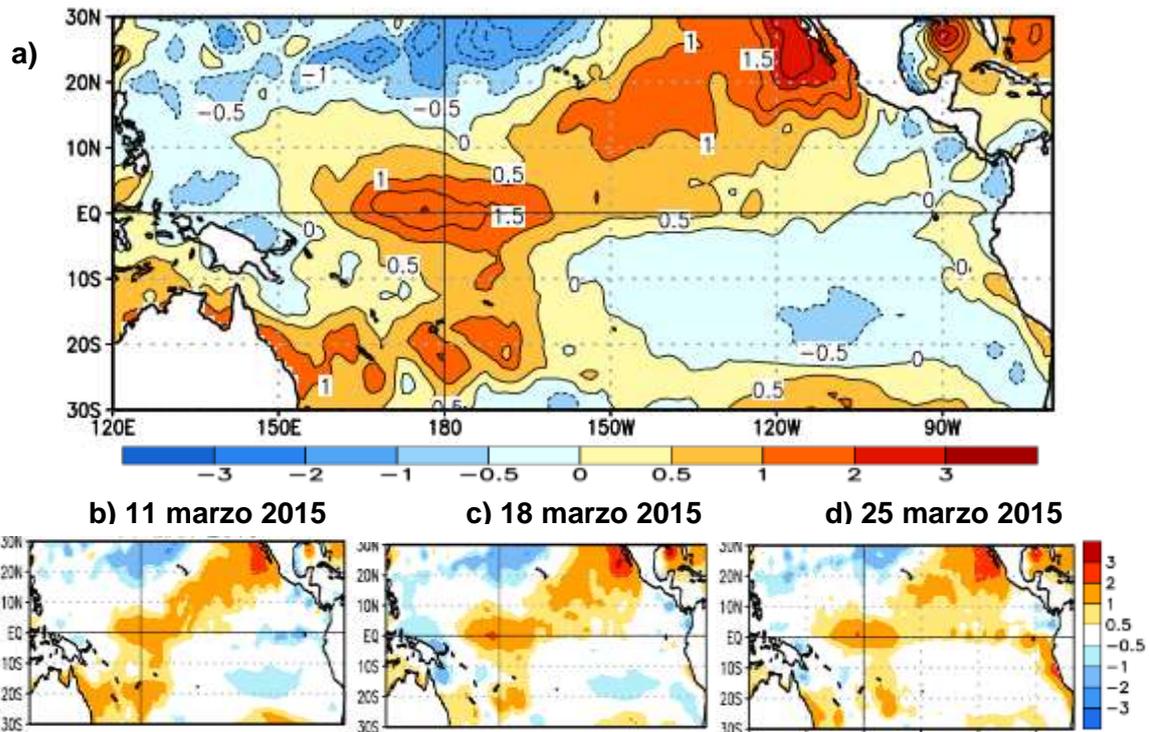


Figura 6. Distribución promedio de: a) anomalías de la temperatura superficial del mar entre el 01 de marzo y 28 de marzo; b-d) evolución promedio semanal de las anomalías de la temperatura superficial del mar centrado los días 11, 18 y 25 de marzo 2015. Los mapas fueron adaptados de NOAA-CPC/NCEP.

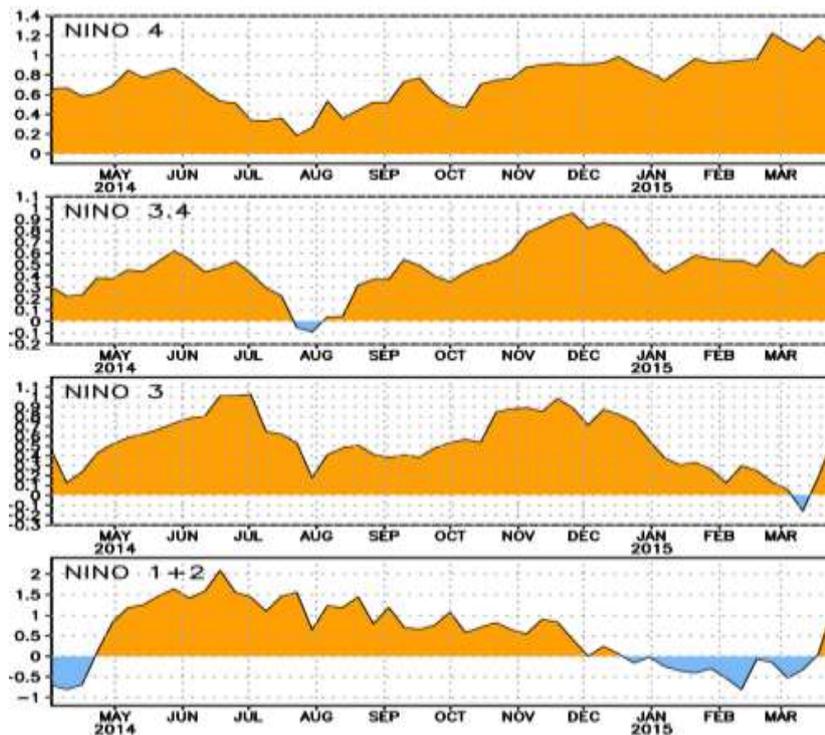
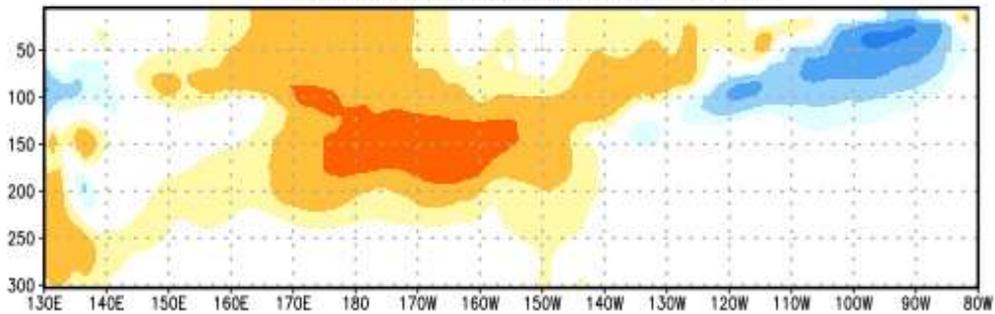


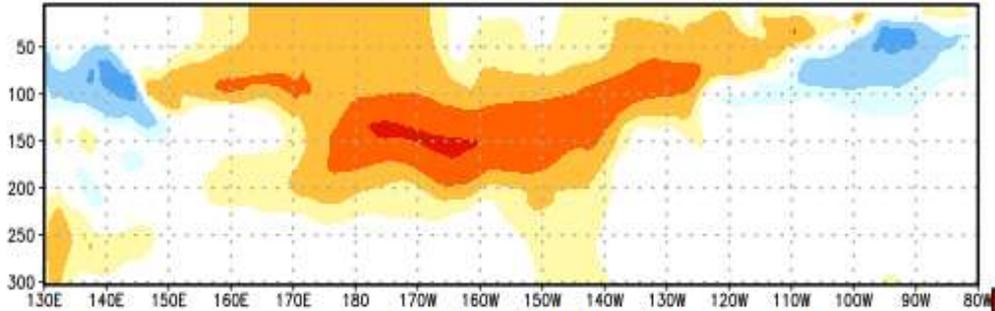
Figura 7. Series de tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar para las regiones Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4 en el océano Pacífico ecuatorial para el período febrero 2014 a la fecha. Adaptado de NOAA-CPC/NCEP.

Anomalía Ecuatorial de la Temperatura Sub-superficial °C

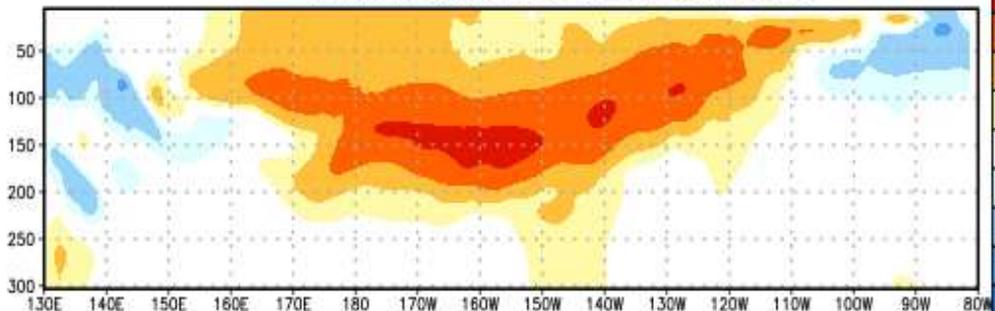
Pentadas promedios al 02 Febrero 2015



Pentadas promedios al 17 Febrero 2015



Pentadas promedios al 04 de Marzo 2015



Pentadas promedios al 19 de Marzo 2015

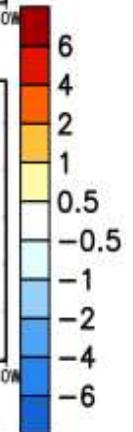
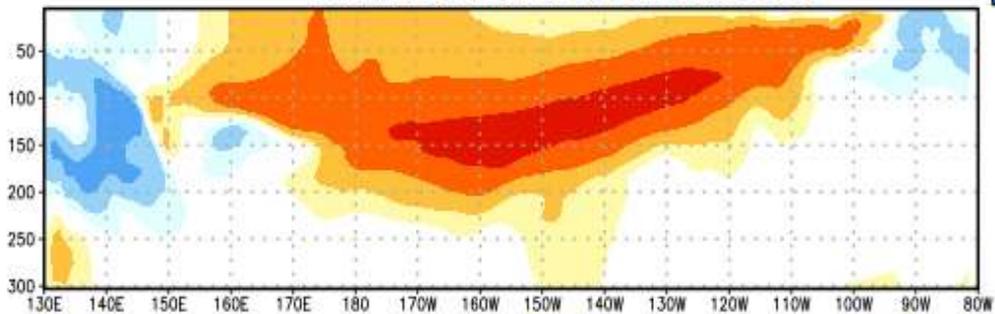


Figura 8. Anomalías semanales de la temperatura sub-superficial del océano Pacífico ecuatorial del 02 de febrero al 19 marzo 2015. Fuente: NOAA-CPC/NCEP.

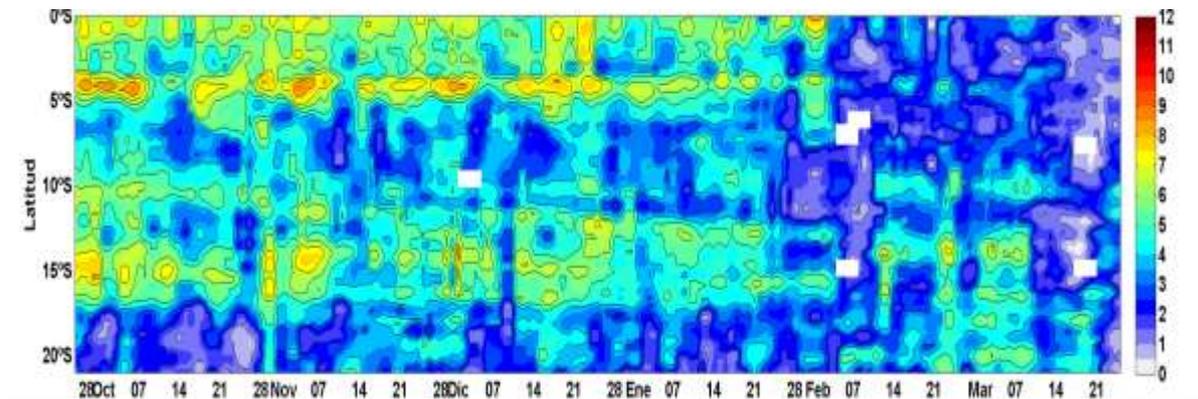


Figura 9: Diagrama Hovmöller de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 28/03/2015.

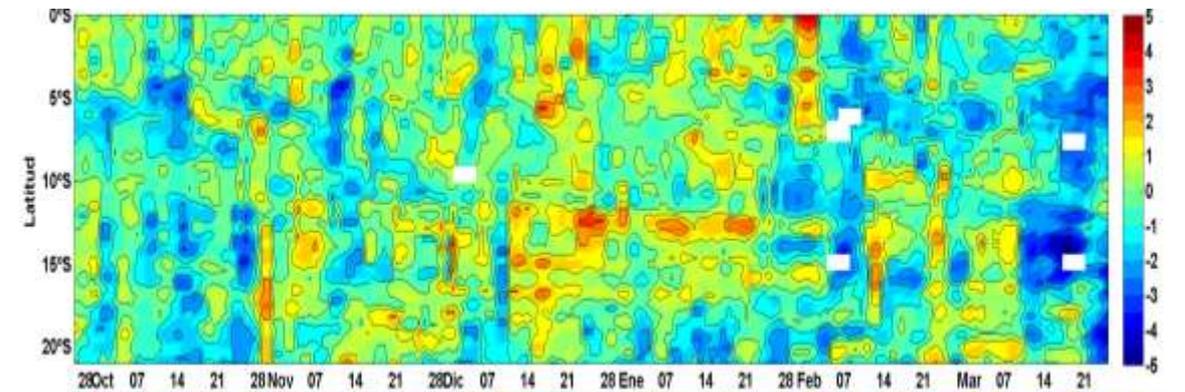


Figura 10: Diagrama Hovmöller de la Anomalia de la Velocidad del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 23/03/2015.

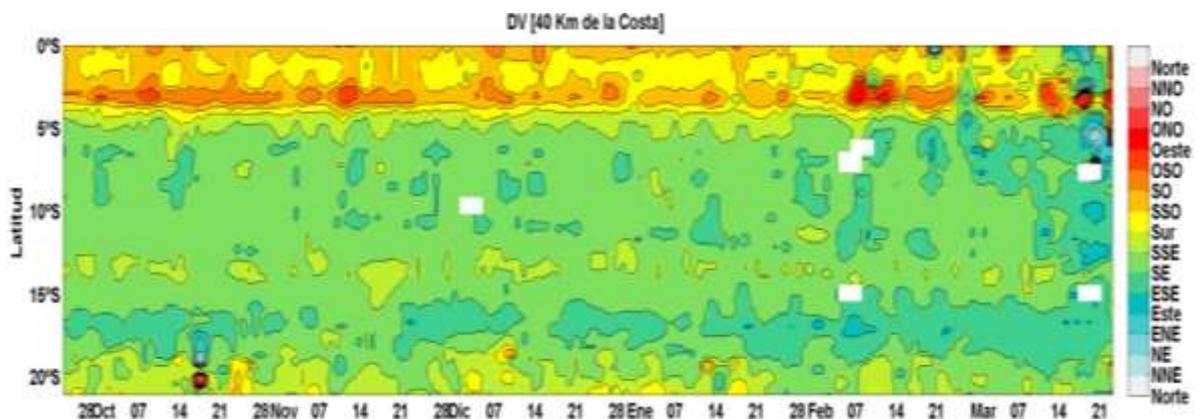


Figura 10a: Diagrama Hovmöller de la Dirección del Viento a lo largo de la costa peruana, durante los últimos seis meses (Fuente: Satélite ASCAT Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada hasta el 23/03/2015.

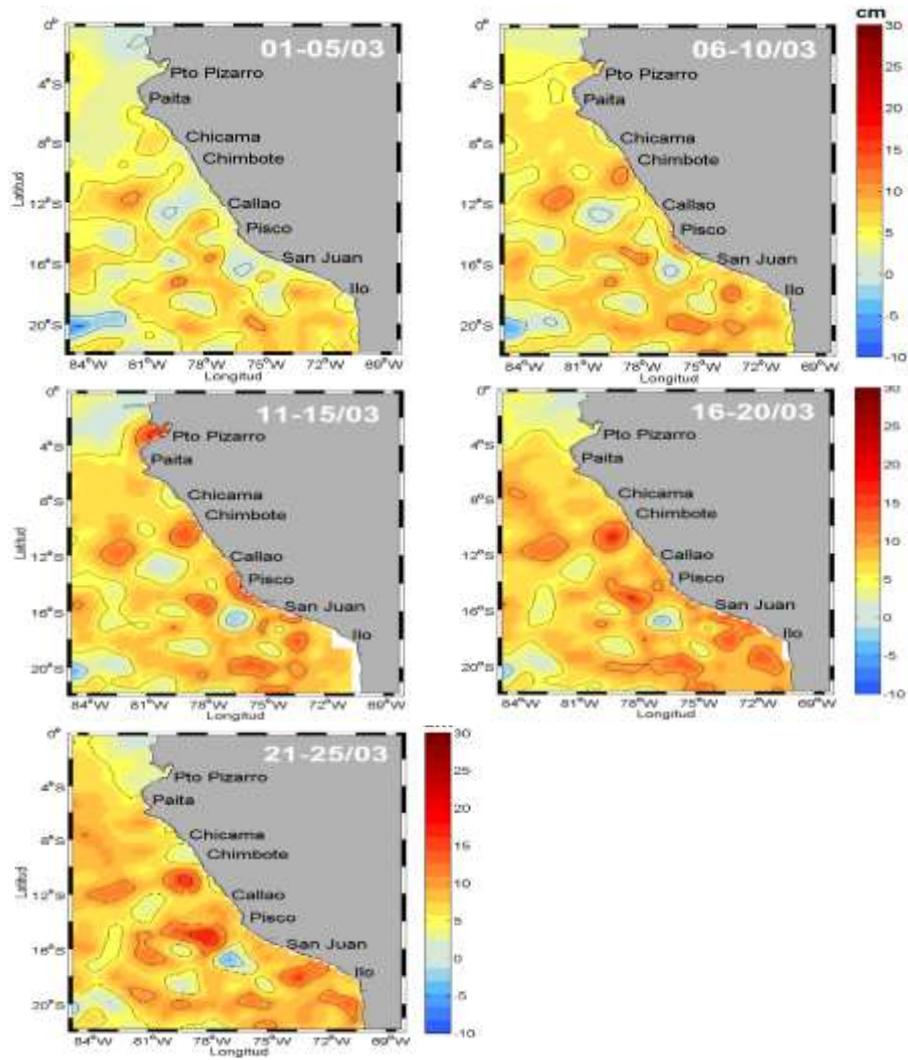


Figura 11. Anomalía de altura del nivel del mar (cm). Pentadas del 1-25 de marzo 2015.
 Fuente: AVISO/ Procesado por Laboratorio de Hidro-física marina/ IMARPE

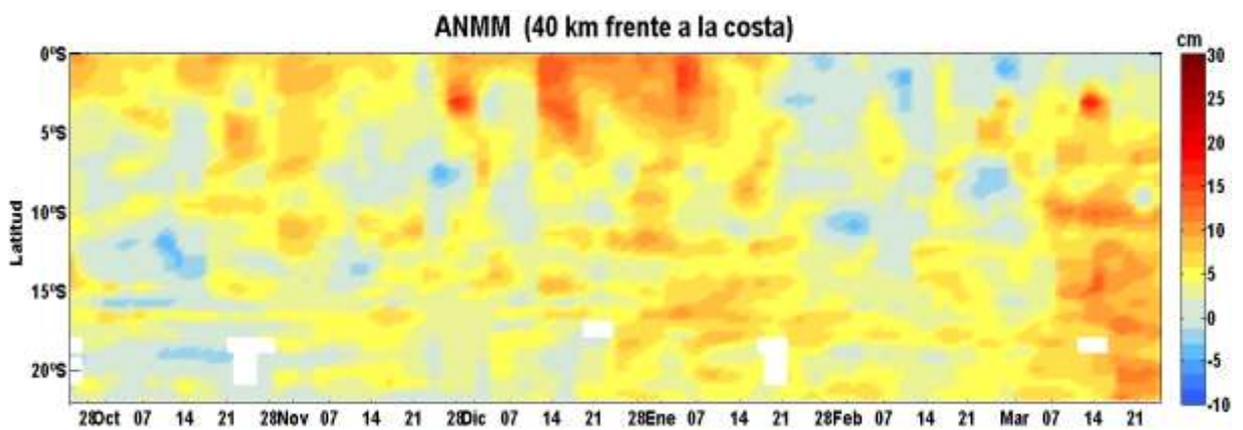


Figura 12. Diagrama de Hovmöller para Anomalía de altura del nivel del mar (cm) al 25 de marzo 2015. Fuente: AVISO/ Procesado por Laboratorio de Hidro-Física Marina/ IMARPE.

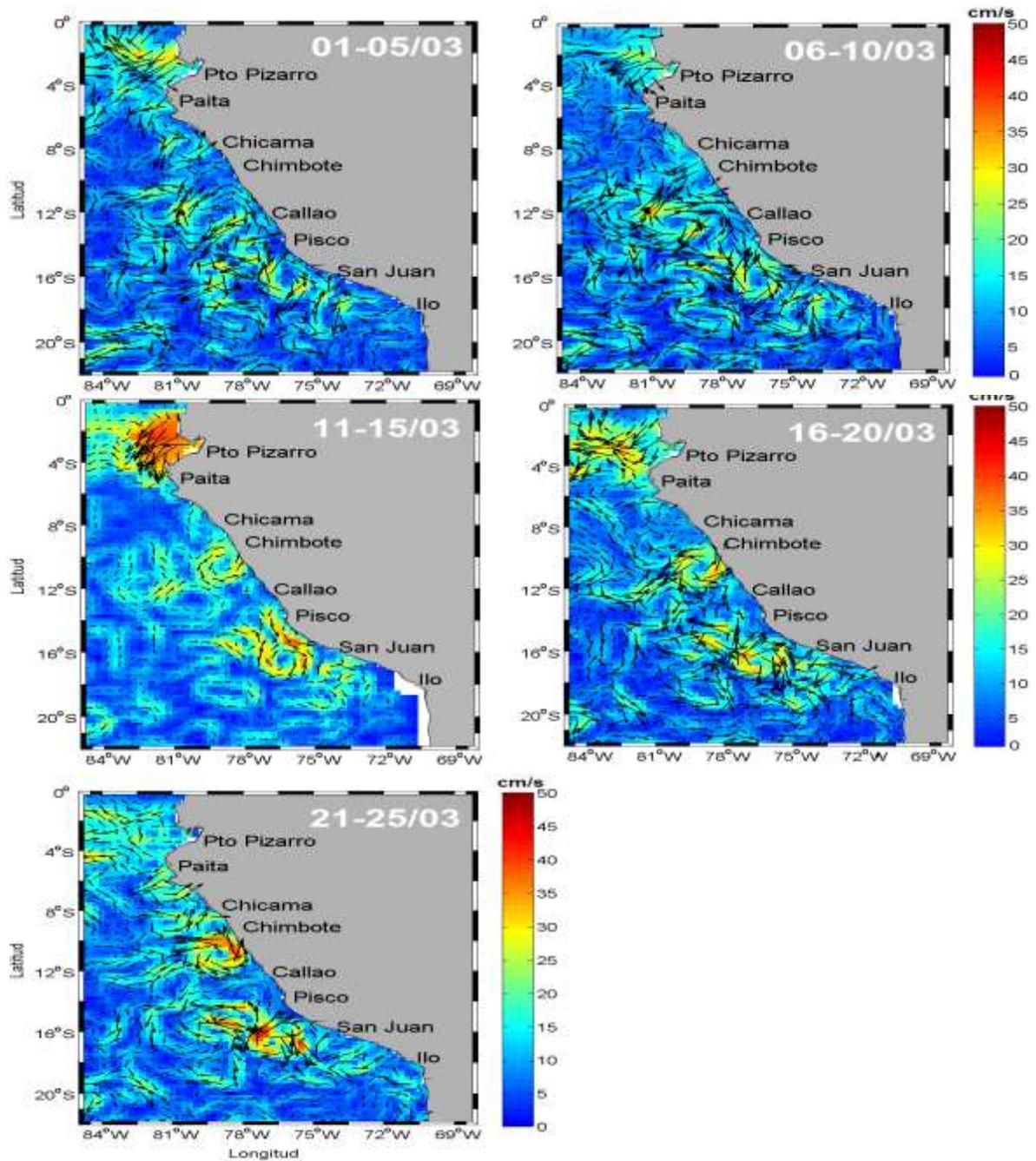


Figura 13. Velocidades Geostróficas (cm/s). Pentadas del 1-25 de febrero 2015. AVISO-NOAA
 Procesado por Laboratorio de Hidro-Física marina/ IMARPE

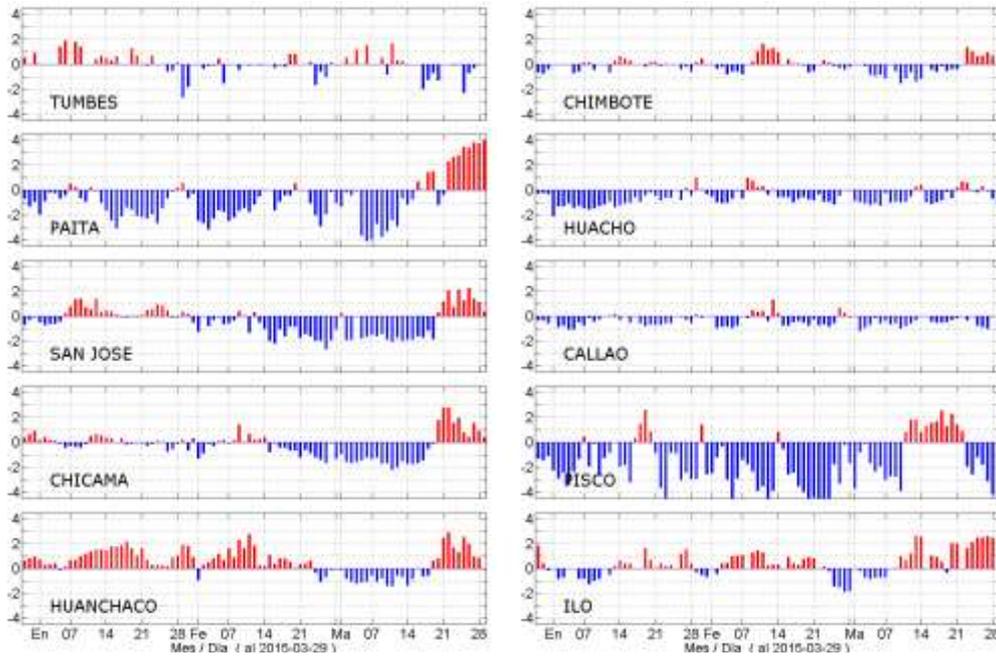


Figura 14. Series diarias de Anomalías de TSM, registradas en estaciones costeras del IMARPE. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

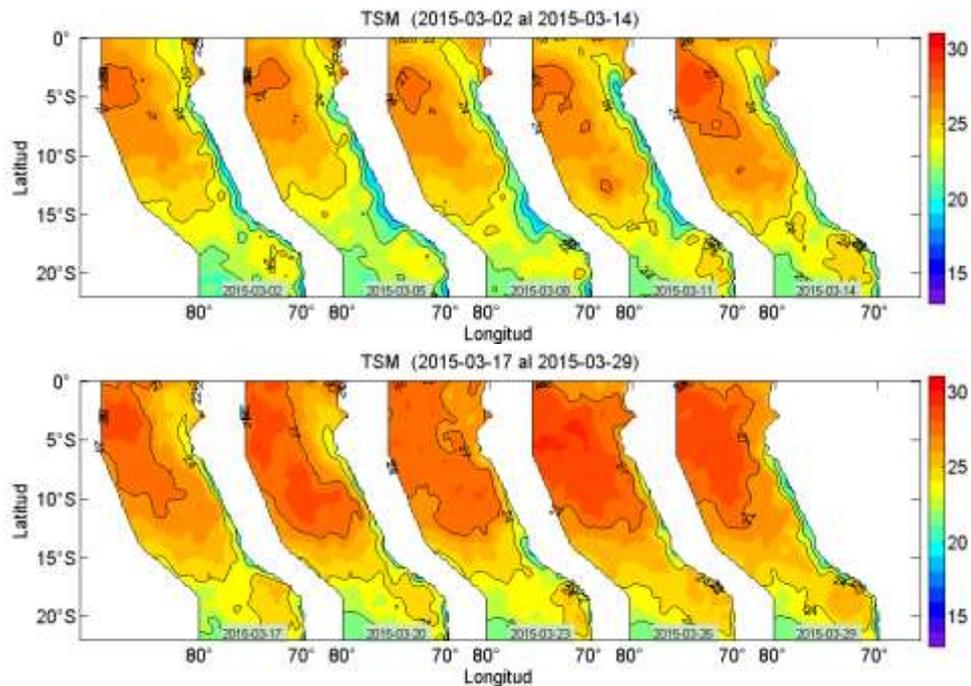


Figura 15. Distribución espacial de TSM frente a Perú, cada 3 días durante Marzo del 2015. Fuente: NOAA-AVHRR-OI-v2., Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE

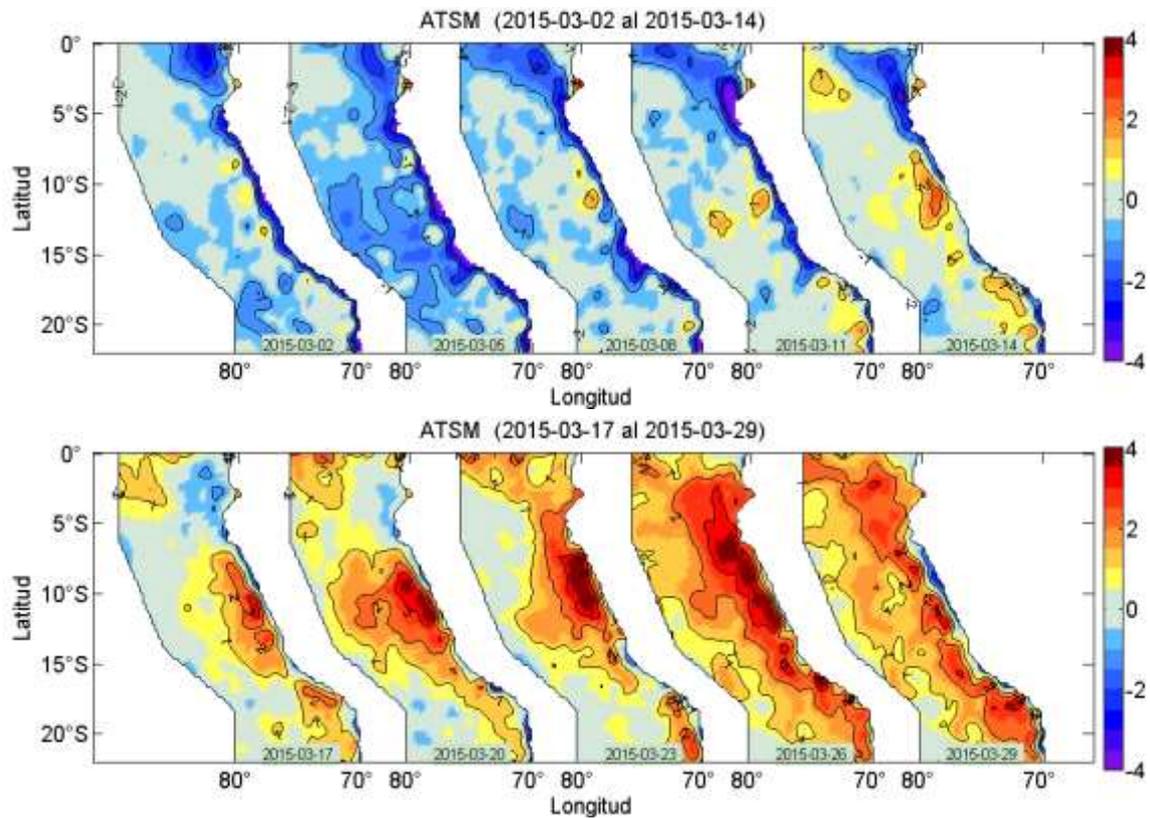


Figura 16. Distribución espacial de Anomalías de la TSM frente a Perú, cada 3 días durante Marzo del 2015. Fuente: NOAA-AVHRR-OI-v2., Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

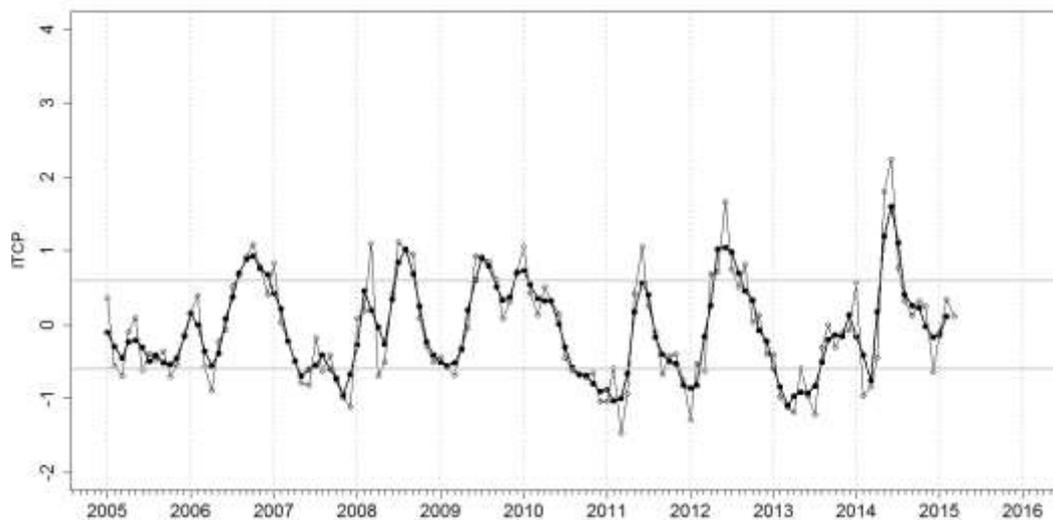


Figura 17. Variación temporal del ITCP hasta el trimestre EFM 2015. La variación temporal del ITCP trimestral (círculo negro) y la serie de tiempo mensual del 1er modo EOF de la ATSM (círculo blanco).

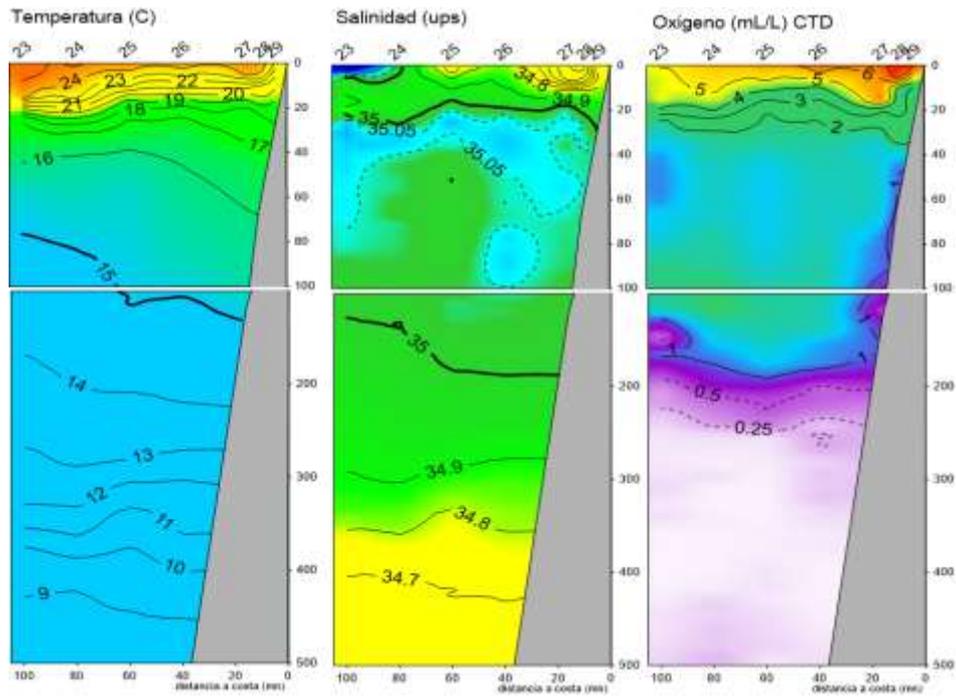


Figura 18. Sección Paíta 19-20 marzo 2015: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L). Monitoreo Bio-Oceanográfico 1503 BIC Flores.

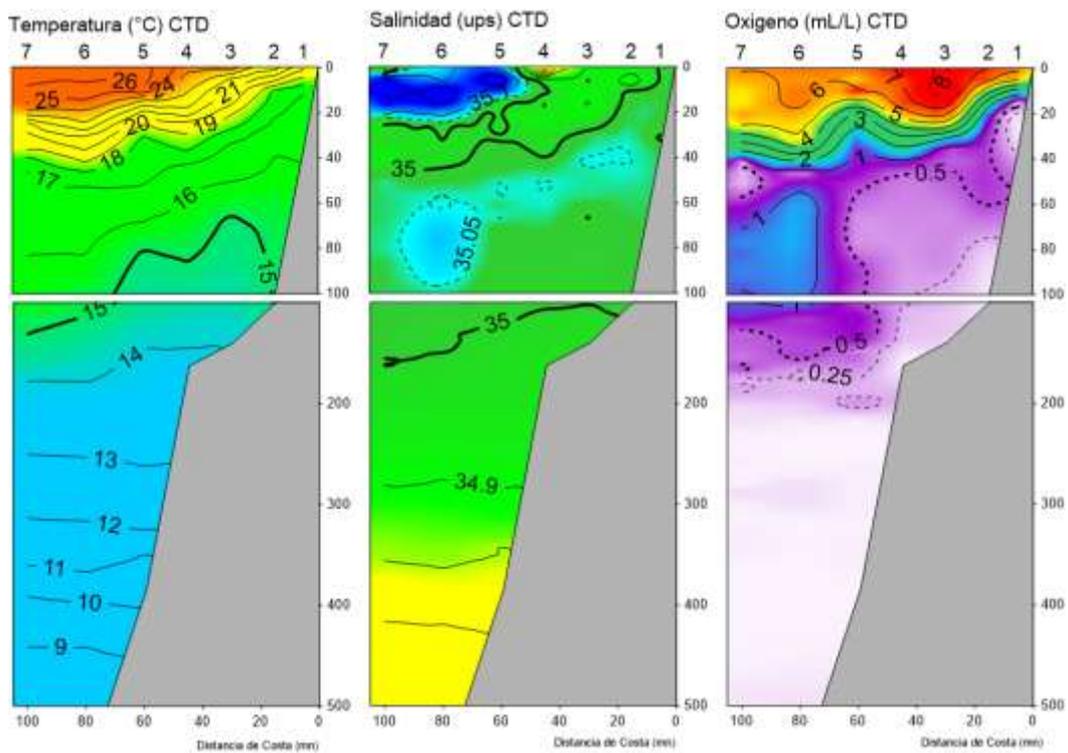


Figura 19. Sección Chicama 17-18 marzo 2015: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L). Operación Monitoreo Bio-Oceanográfico 1503. BIC Flores.

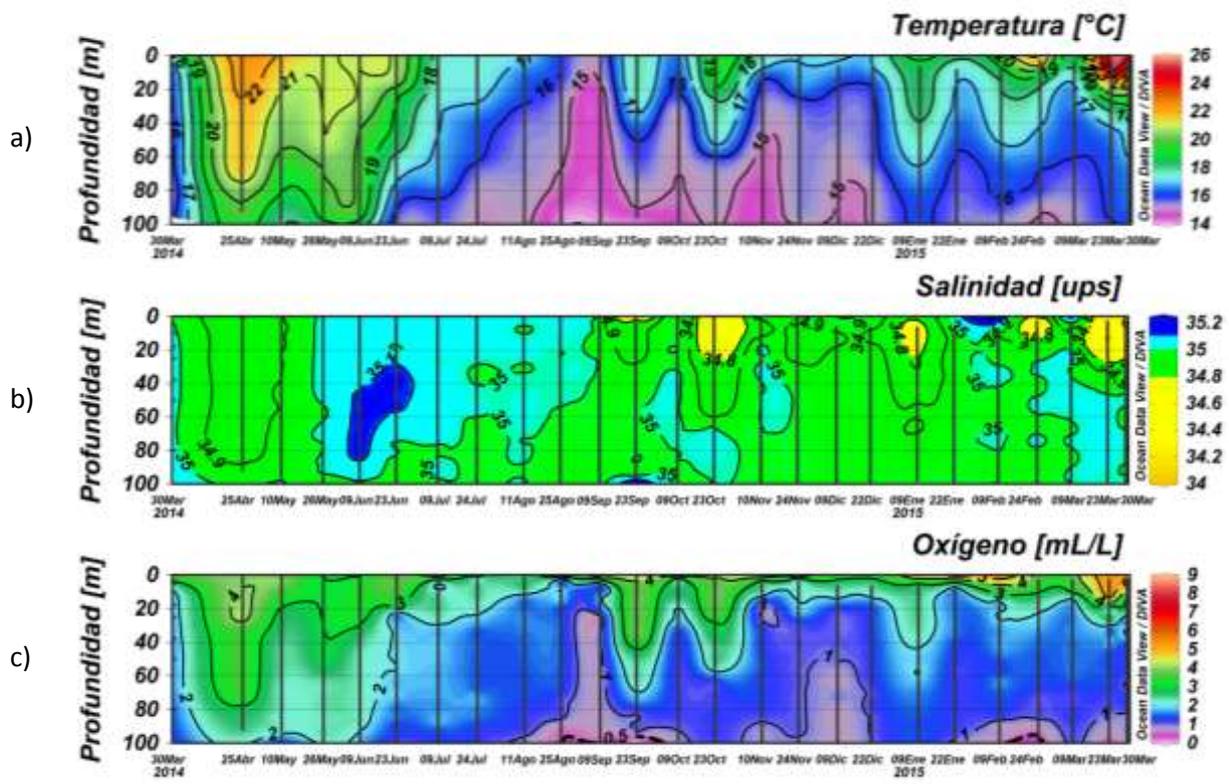


Figura 20. Series de tiempo de temperatura, salinidad, oxígeno de la estación Fija Paita (Lat: 05°04'S, Long: 81°14.9'W), actualizada al 30 de marzo 2015. Procesamiento: AFIOQG-IMARPE.

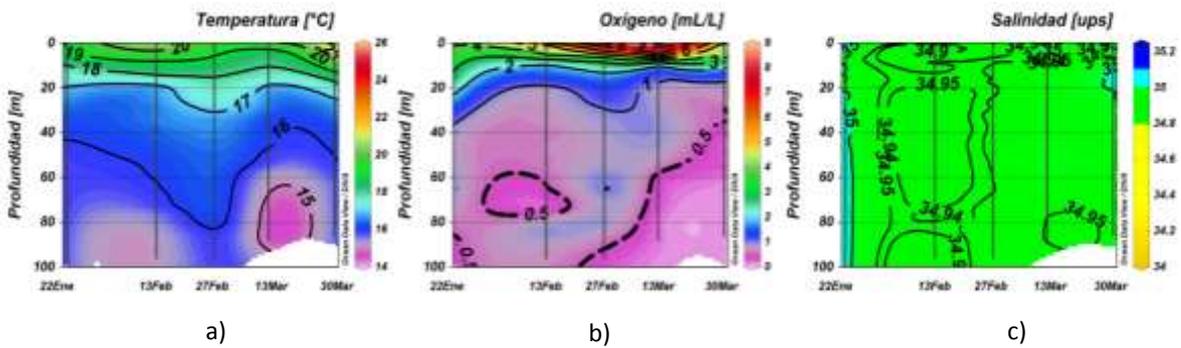


Figura 21. Series de tiempo de temperatura, salinidad, oxígeno de la estación Fija Chicama (Lat: 07°49.2'S, Long: 79°49.4'W), actualizada al 30 de marzo 2015. Procesamiento: AFIOQG-IMARPE.

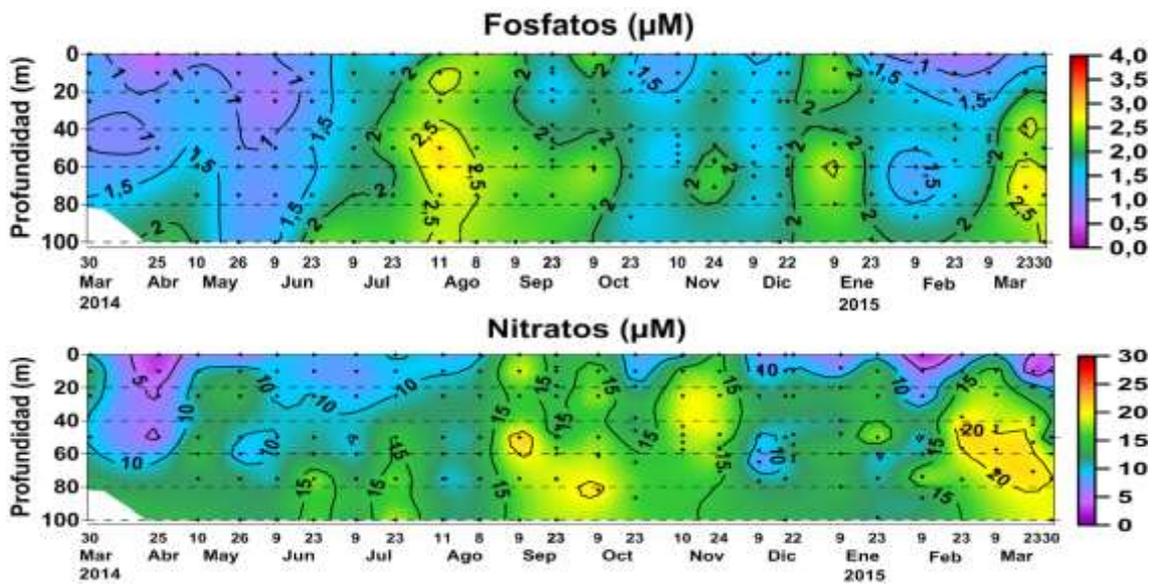


Figura 22. Series de tiempo de fosfatos y nitratos de la estación Fija Paita (Lat: 05°04´S, Long: 81°14.9´W), actualizada al 30 de marzo 2015. Procesamiento: AFIOQG-IMARPE.

CHICAMA (17-18 Marzo 2015)

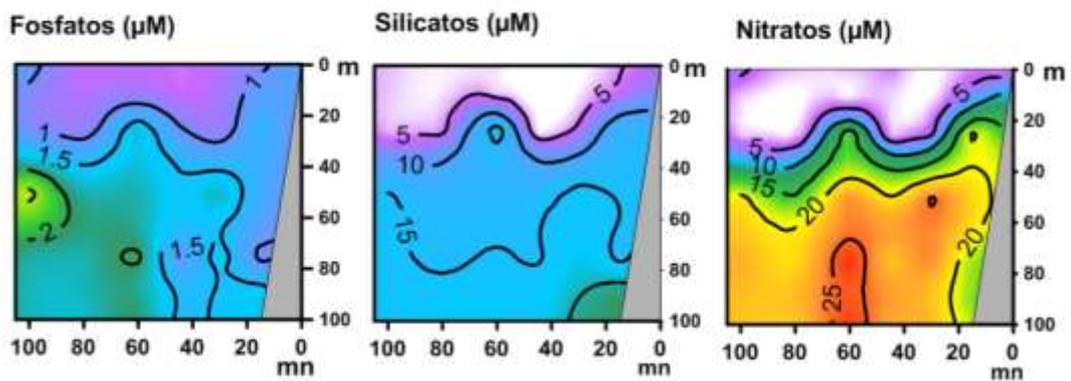


Figura 23.. Distribución de fosfatos, silicatos y nitratos frente a Chicama. Operación Monitoreo Bio-Oceanográfico 1503. BIC Flores.

Fig. 23

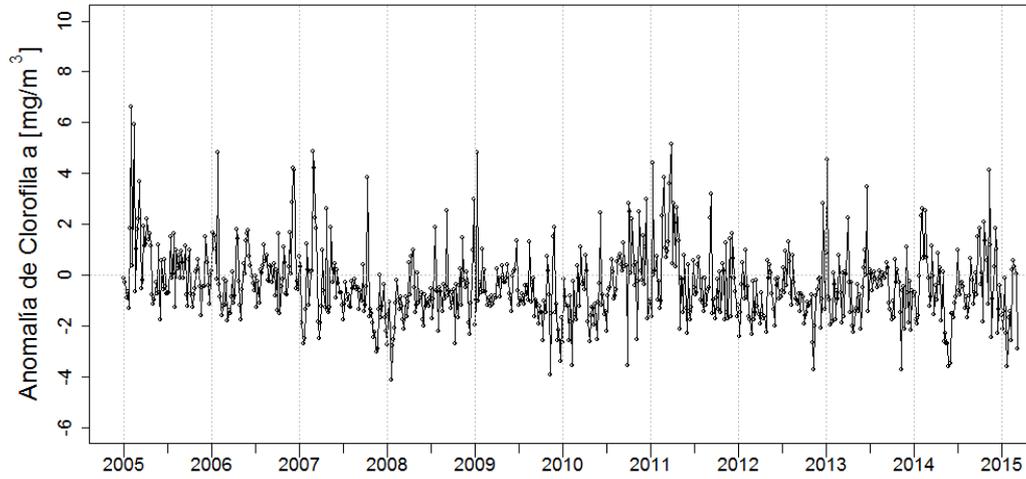


Figura 24. Anomalia promedio de clorofila-a superficial (mg/m³) cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 200 km a la costa y los 6°S – 16°S desde enero del 2005 hasta el 15 de marzo del 2015.

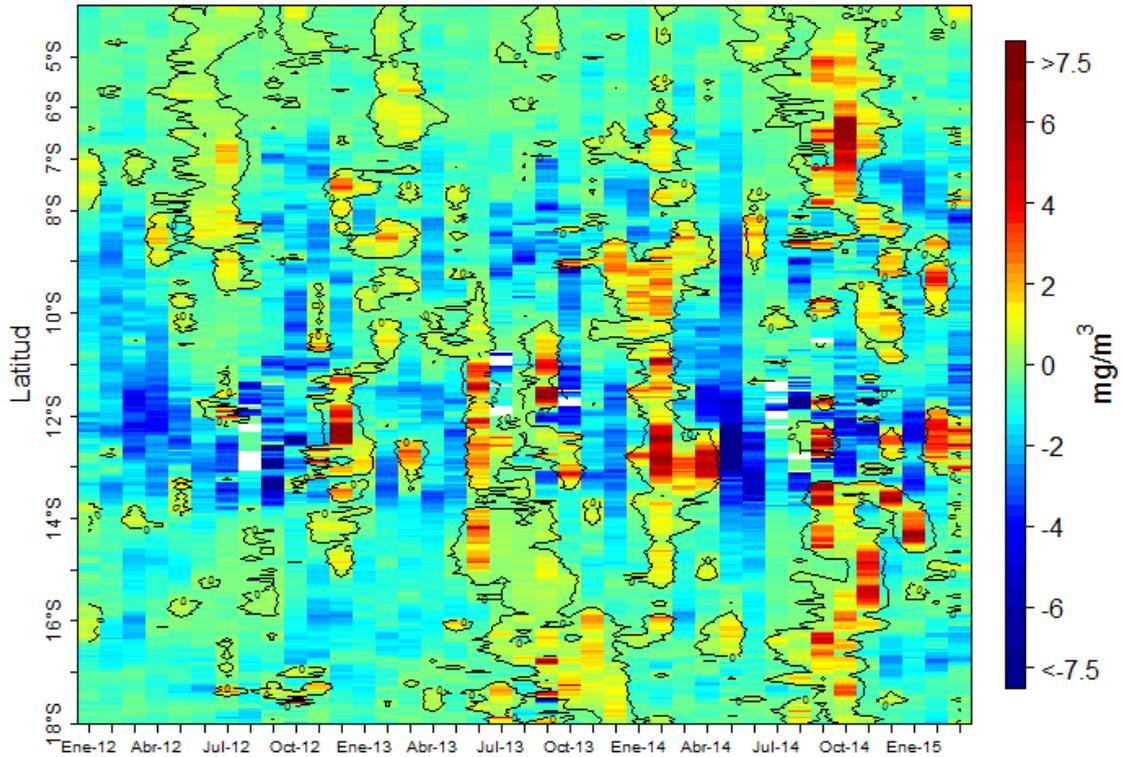


Figura 25. Anomalia promedio de clorofila-a superficial (mg/m³) mensualmente del satélite MODIS dentro de los 200 km a la costa desde enero del 2012 hasta el 15 de marzo del 2015.

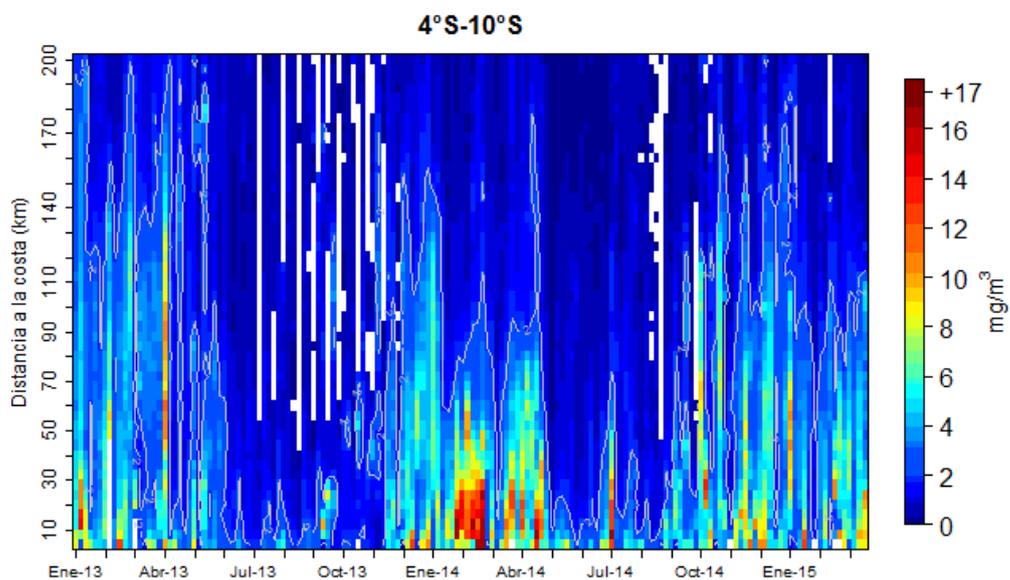


Figura 26. Clorofila-a superficial (mg/m³) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 200 km a la costa en la zona norte (4°S-10°S) desde enero del 2013 hasta el 15 de marzo del 2015.

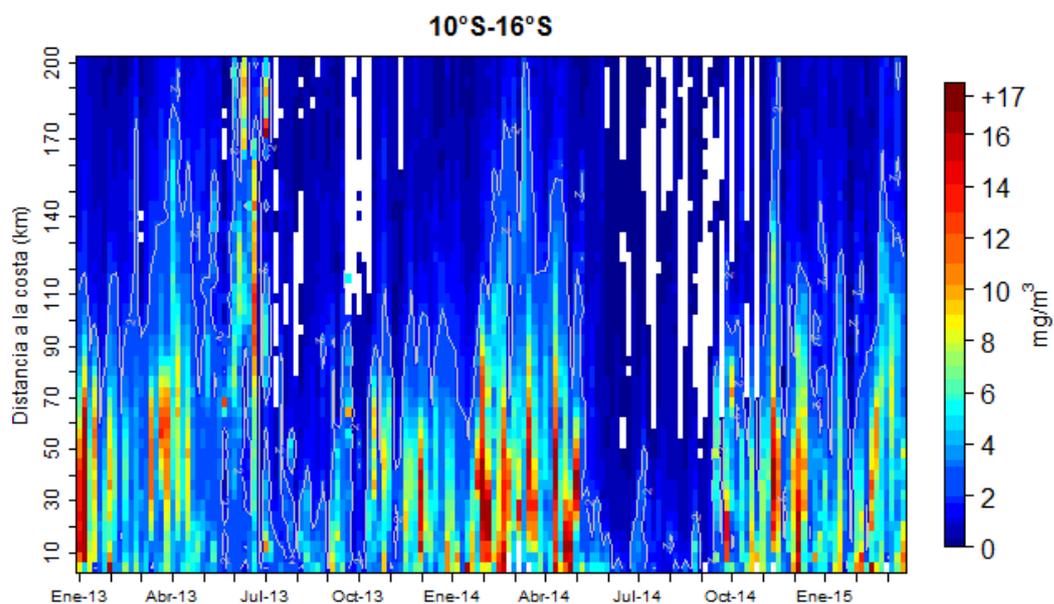


Figura 27. Clorofila-a superficial (mg/m³) promediada cada 5 días del satélite MODIS dentro de los 200 km a la costa en la zona centro (10°S-16°S) desde enero del 2013 hasta el 15 de marzo del 2015.

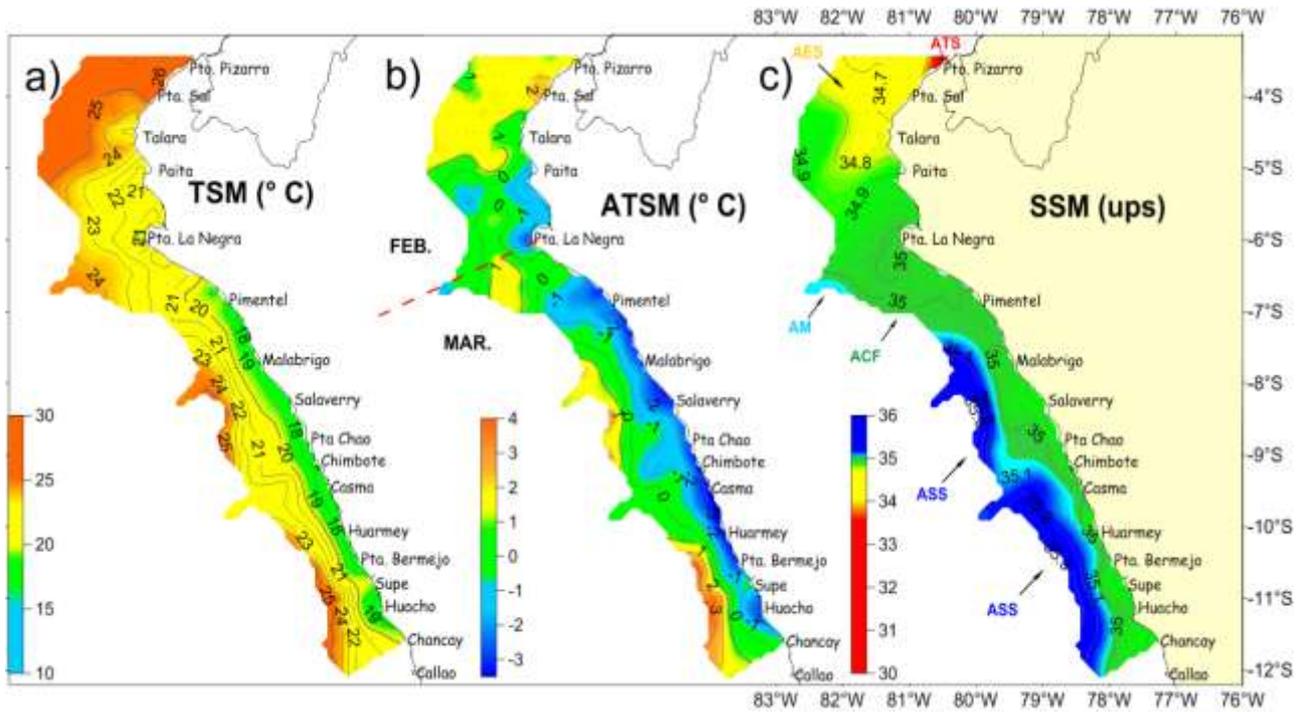


Figura 28. Distribución superficial: a) Temperatura del agua de mar TSM ($^{\circ}\text{C}$), b) Anomalías de la temperatura del mar ATSM ($^{\circ}\text{C}$) c). Salinidad del agua de mar SSM (ups) Cr Pelágico 1502-04. BIC José Olaya.

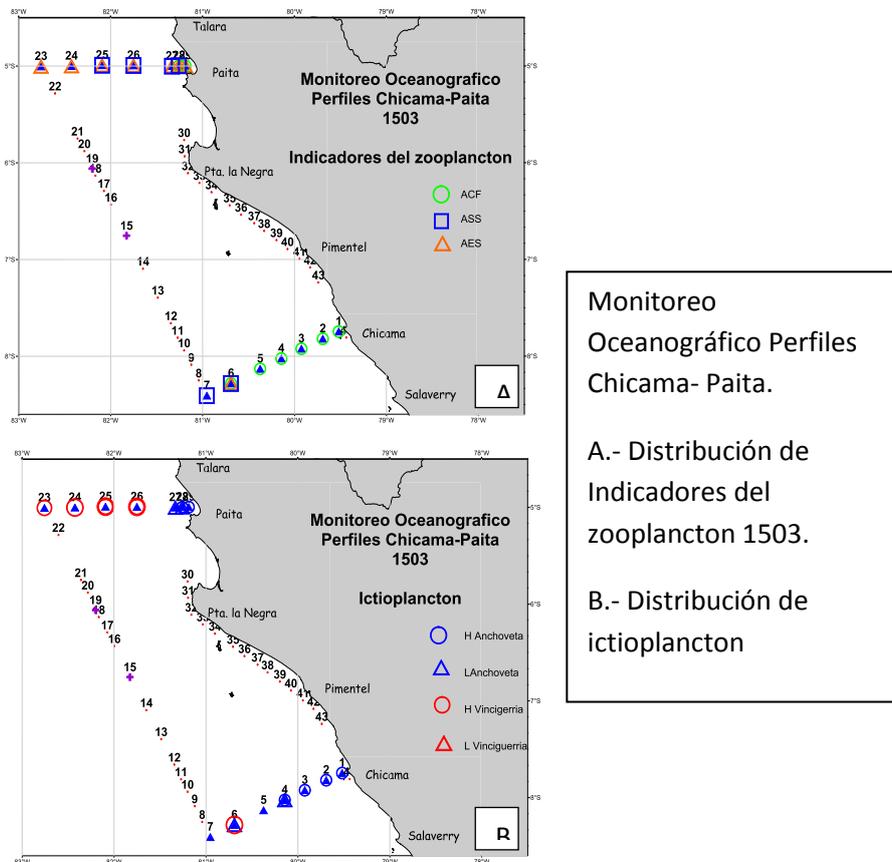


Figura 29. Monitoreo Oceanográfico Perfiles Chicama- Paita. A. Distribución de Indicadores del zooplancton 1503. B. Distribución de ictioplancton.

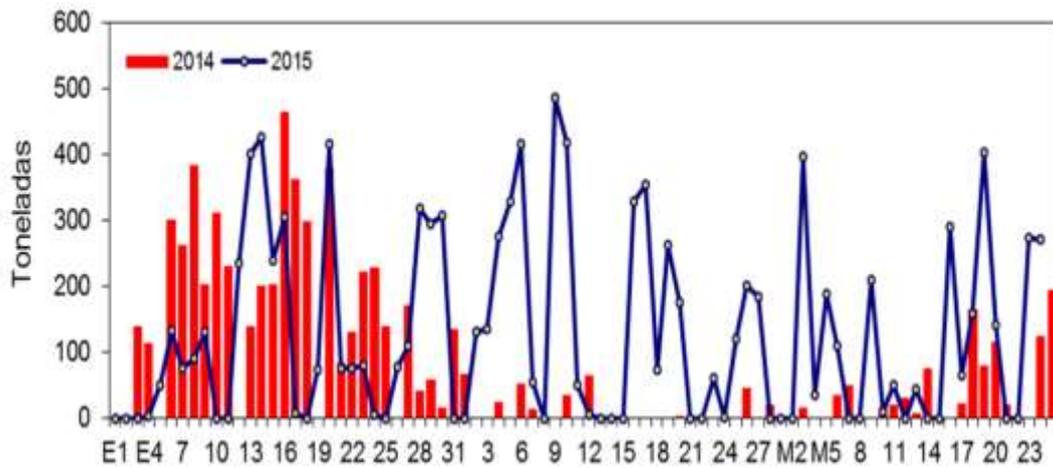


Figura 30. Desembarque (t) diario de anchoveta proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal (01 enero- 15 marzo 2015). Fuente: AFIRNP/IMARPE

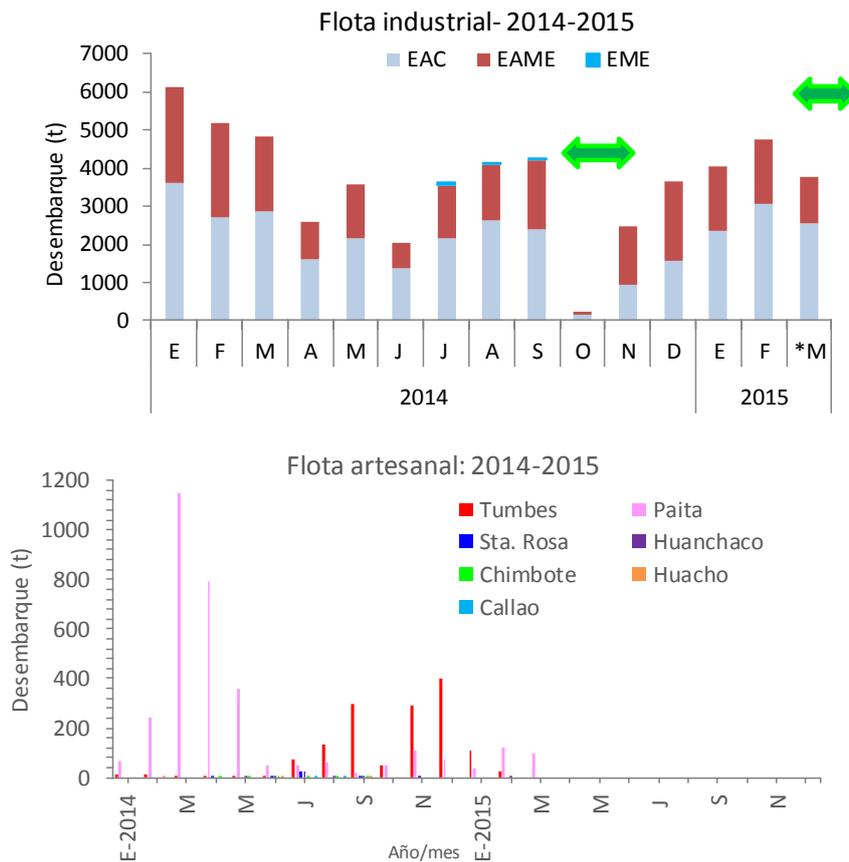


Figura 31.- Niveles de desembarque (t) de merluza (Flota industrial – artesanal). Enero 2014 – febrero 2015 (*prel.).Veda: ➡

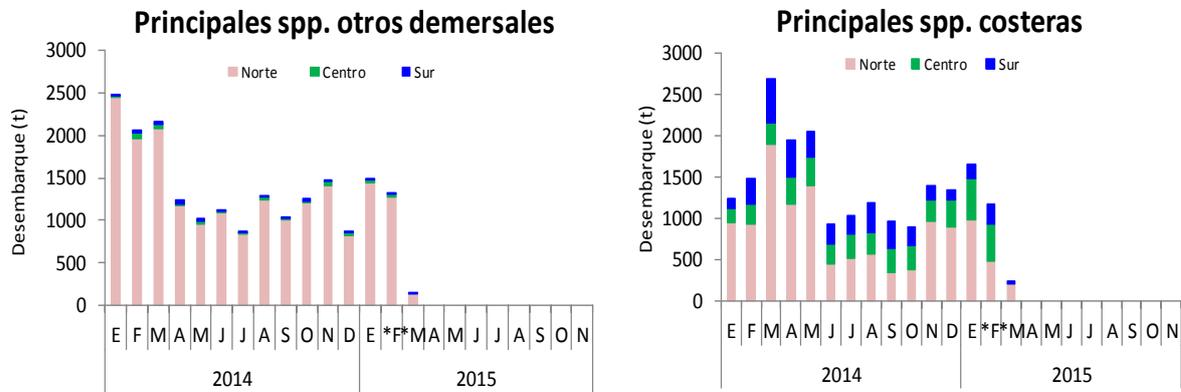


Figura 32.- Evolución mensual de los desembarques de las principales especies demersales y costeras. Enero 2014 - marzo 2015.

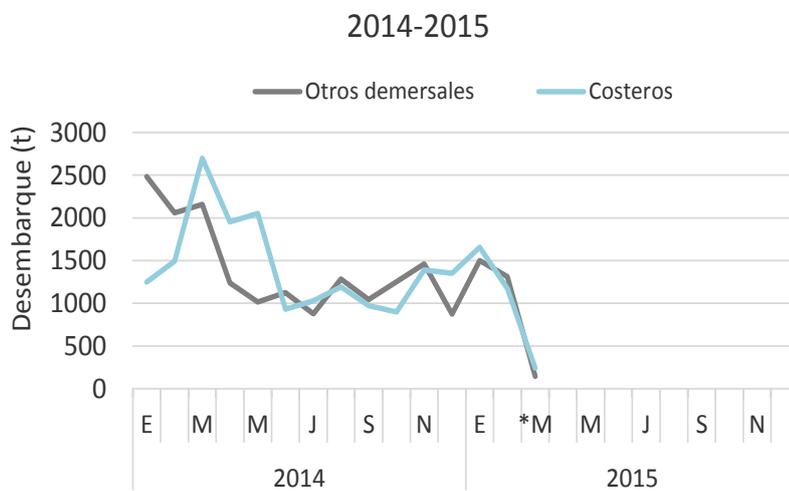


Figura 33.- Evolución de los niveles de desembarque de los principales recursos costeros y demersales. Enero, 2014 – enero 2015 (*preliminar).

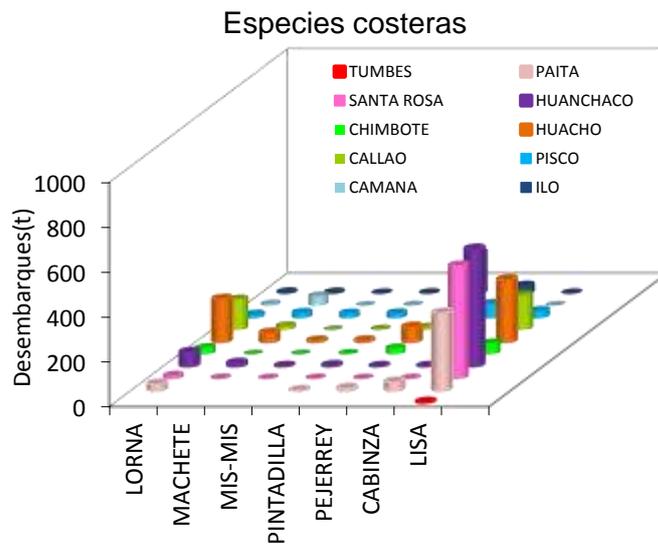
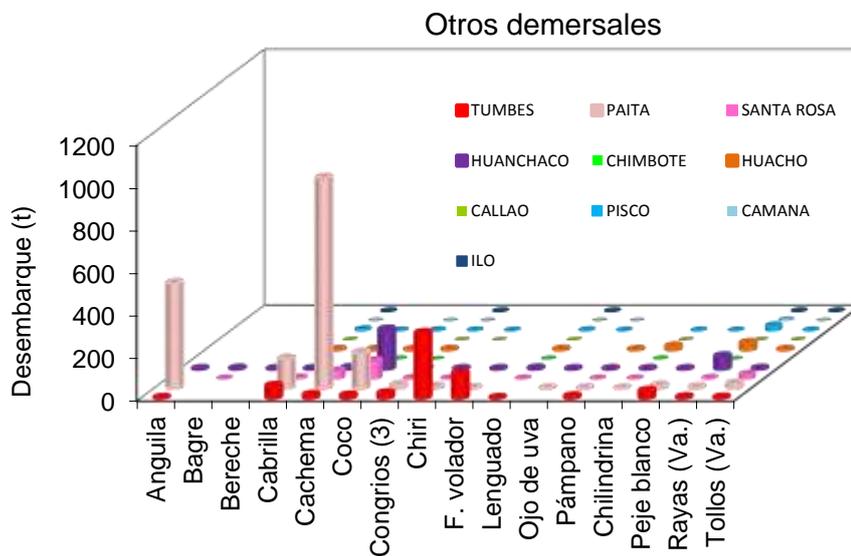


Figura 34.- Niveles de desembarque de los principales recursos ícticos: otros demersales y costeros (Flota artesanal). Enero 2015 – marzo 2015 (*preliminar).

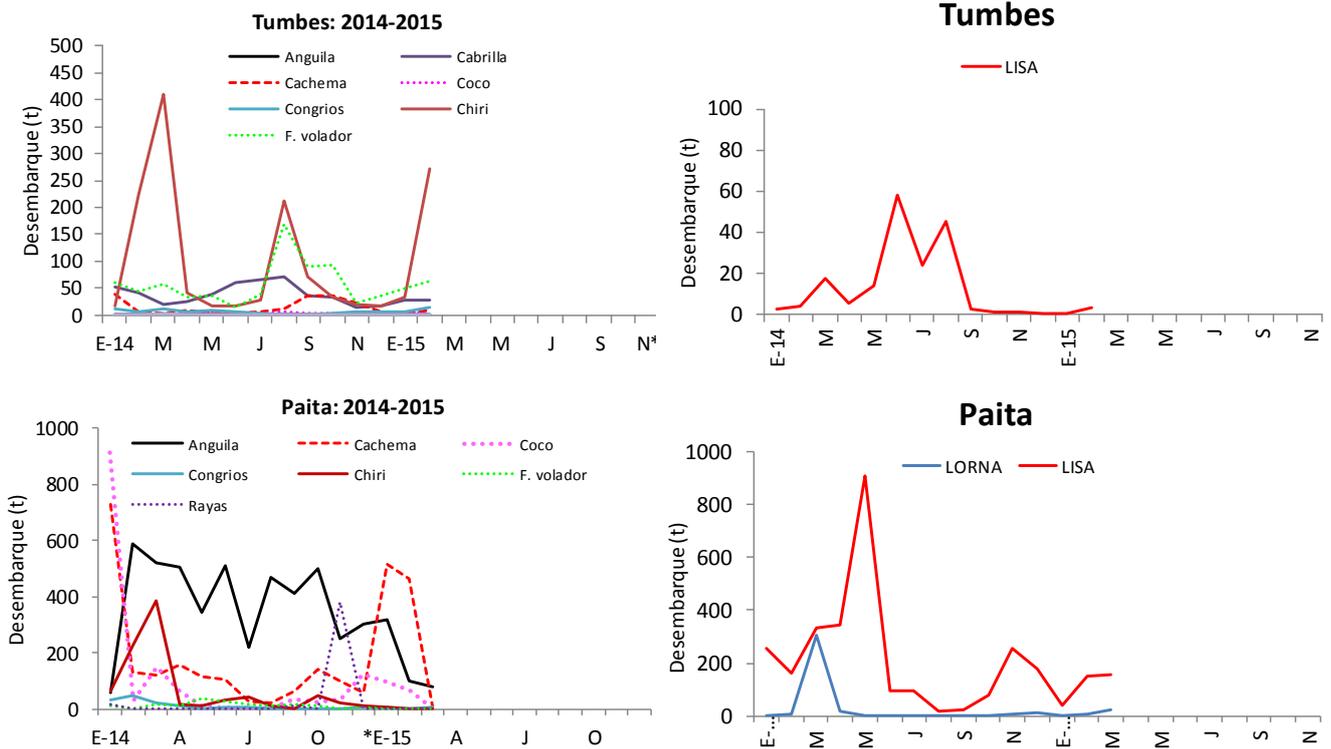


Figura 35.- Evolución temporal de los desembarques de algunos recursos demersales y costeros en la zona norte del litoral peruano. Enero 2014 – marzo, 2015 (*preliminar).

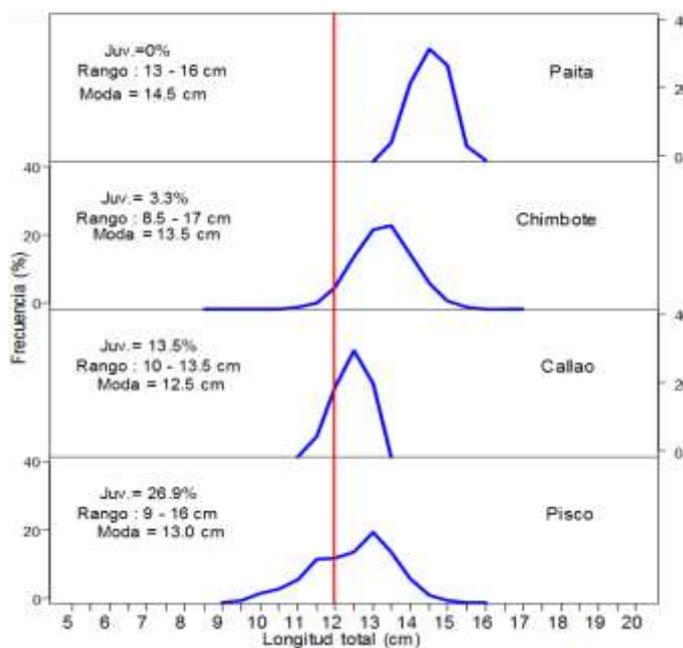


Figura 36. Estructura por tallas de anchoveta según puerto proveniente de la flota artesanal y de menor escala (01 – 25 de marzo). Fuente: AFIRNP/IMARPE

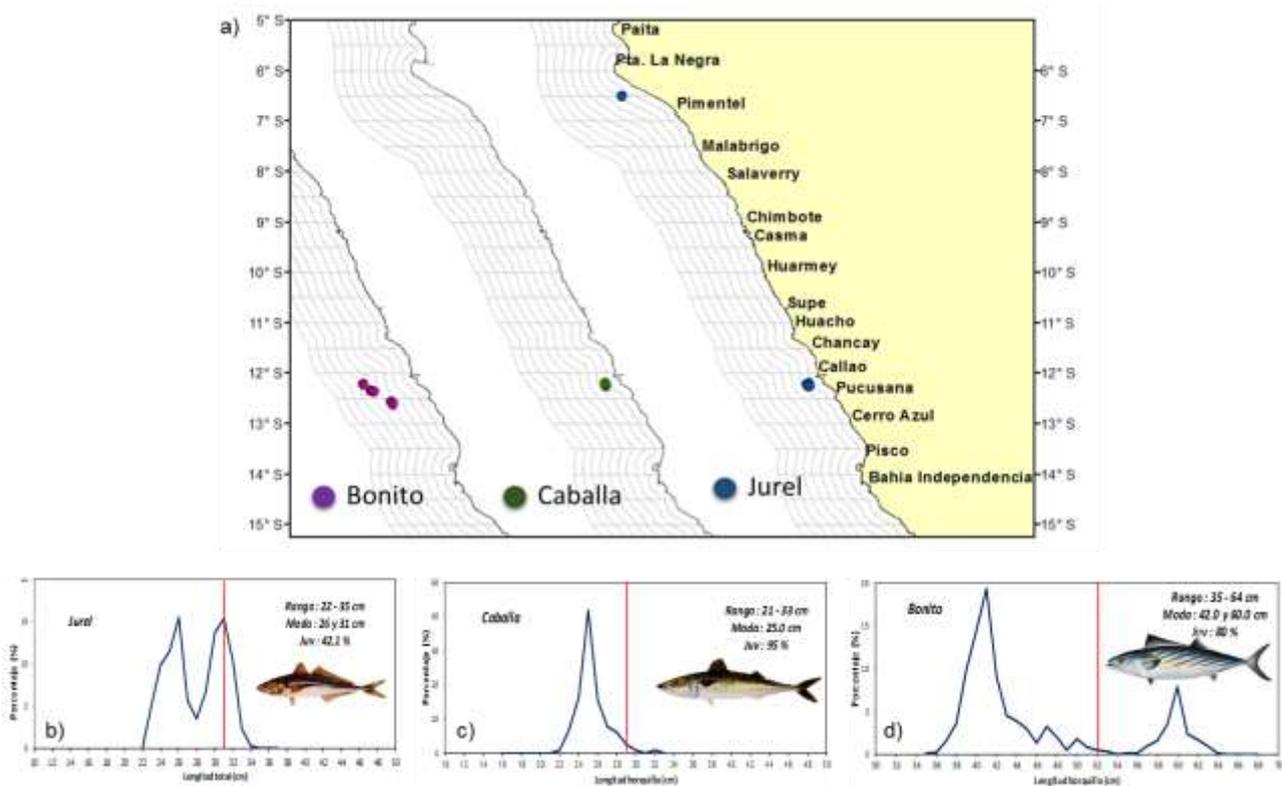


Figura 37. a) Distribución espacial y estructuras de tallas de b) jurel, c) caballa y d) bonito (1 – 25 marzo 2015).

Fuente: AFDPERP/DGIRP/IMARPE.

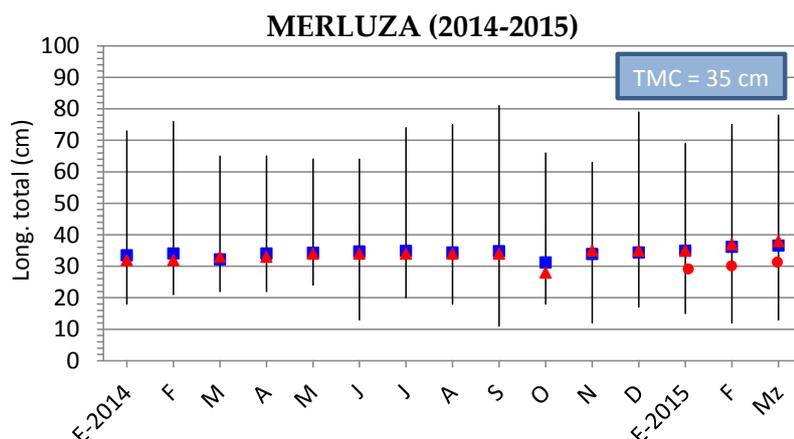


Figura 38.- Estadísticos descriptivos de la estructura de talla de algunas especies demersales (long. mínima, long. máxima, media [■], moda principal [▲], moda sec. [●]). Enero 2014 - febrero 2015.

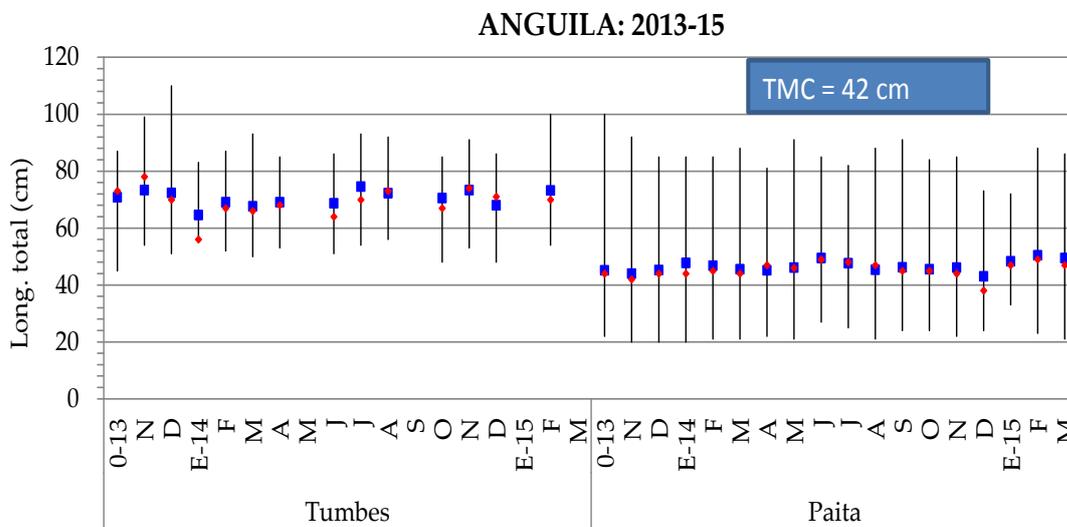


Figura 39.- Estadísticos descriptivos de la estructura de talla de anguila demersales (long. mínima, long. máxima, media [■], moda principal [●]. Oct. 2013 - marzo 2015.

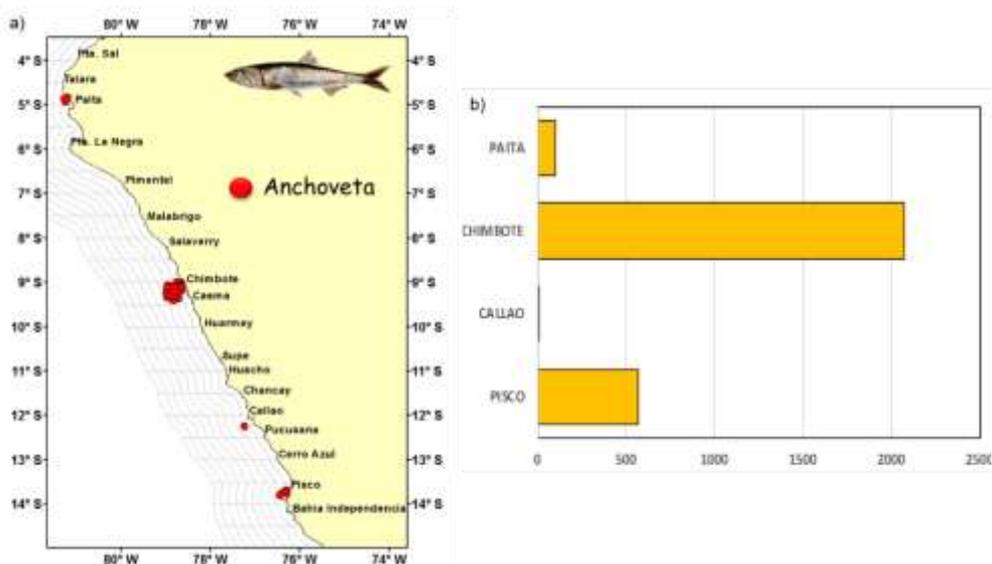


Figura 40. a) Distribución de la flota de menor escala y/o artesanal dirigida a la anchoveta y b) puertos de desembarque (01 enero- 25 marzo 2015). Fuente: AFIRNP/IMARPE



Figura 41. Especies indicadoras de intromisión de aguas cálidas a) ayamarca (frente a Pacasmayo) y los lenguados b) cola manchada, c) boca chica frente a Végueta (Marzo 2015).
Fuente: Laboratorio de Huanchaco y Laboratorio de Huacho/IMARPE.

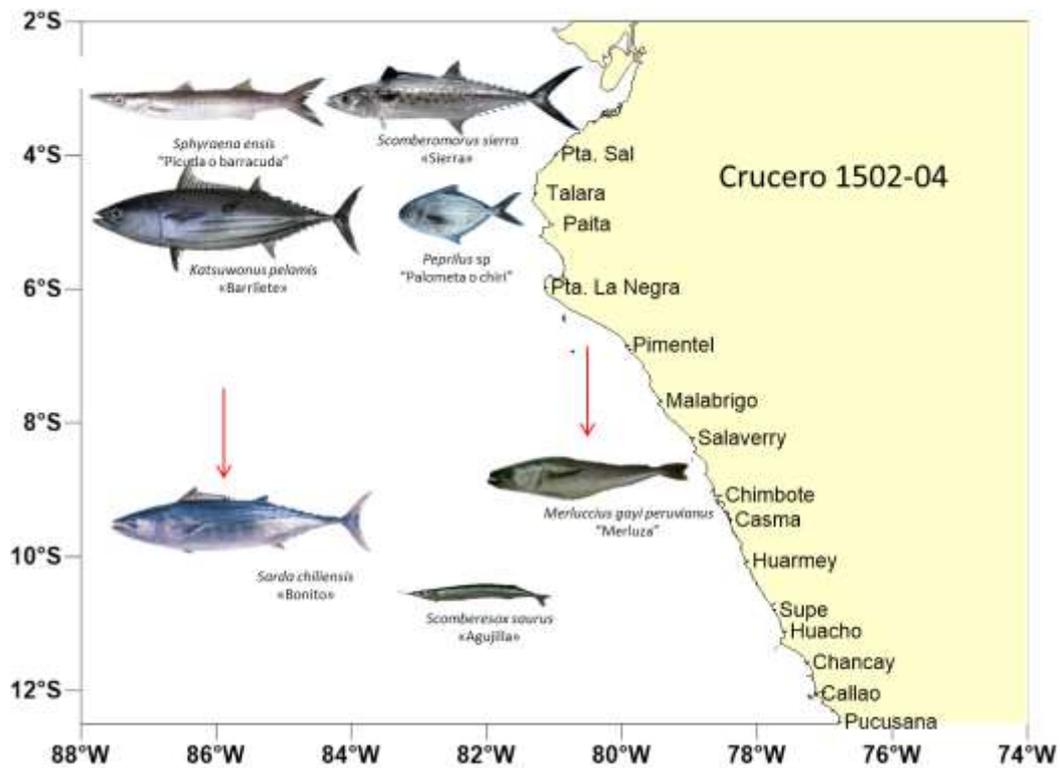


Figura 42. Distribución de especies indicadoras. Cr.1502-04
Fuente: IMARPE.

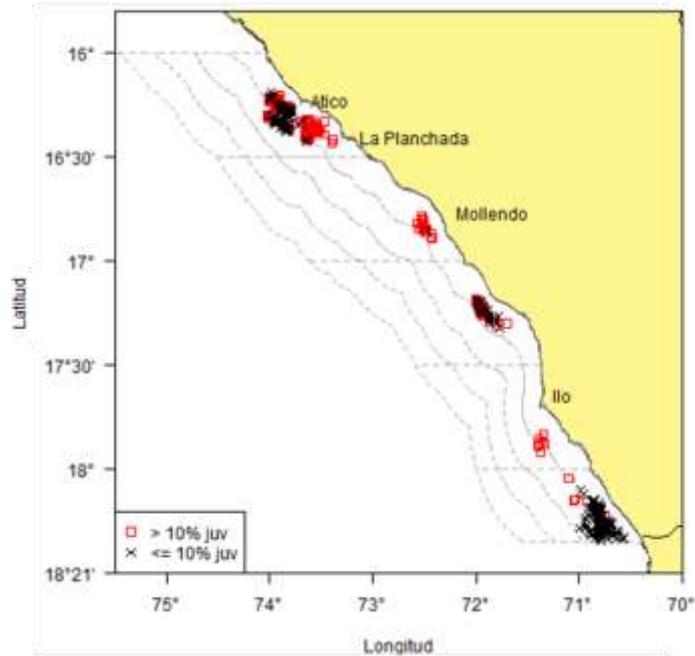


Figura 43. Distribución de anchoveta durante la Pesca Exploratoria.13 – 17 marzo de 2015
Fuente: IMARPE.

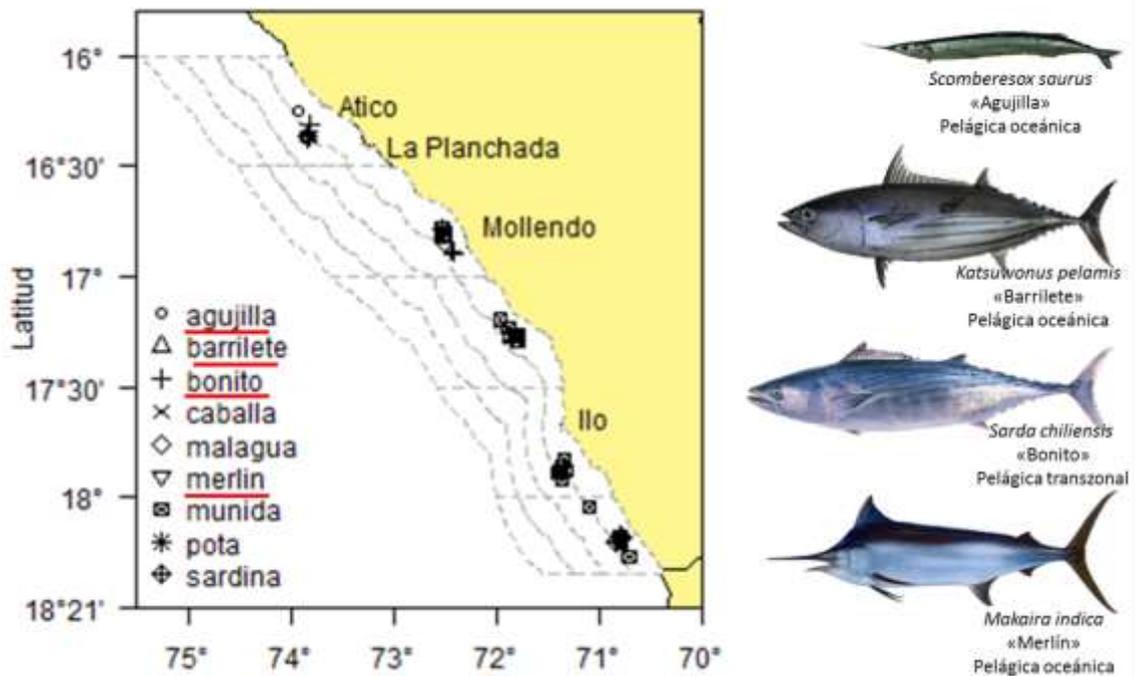


Figura 44. Distribución de especies indicadoras durante la Pesca Exploratoria.13 – 17 marzo de 2015
Fuente: IMARPE.

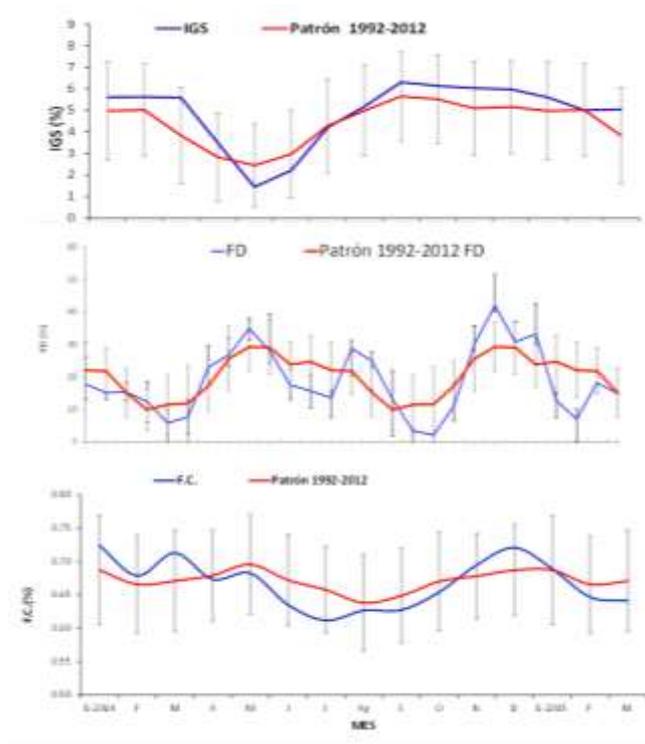


Figura 45. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático (IG), b) Fracción desovante (FD) y c) Contenido Graso (CG) del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2014 –marzo 2015.

Fuente: LBR/AFIRNP/IMARPE.

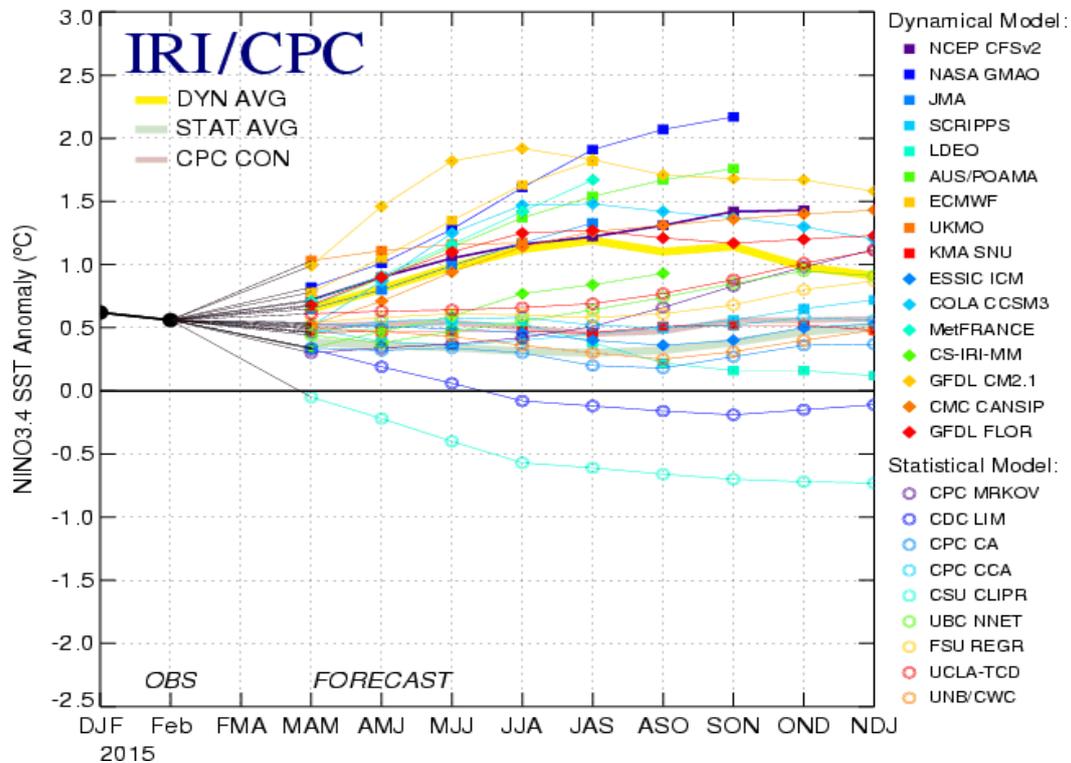


Figura 46. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico.

Fuente: IRI/CPC, Marzo 2015.

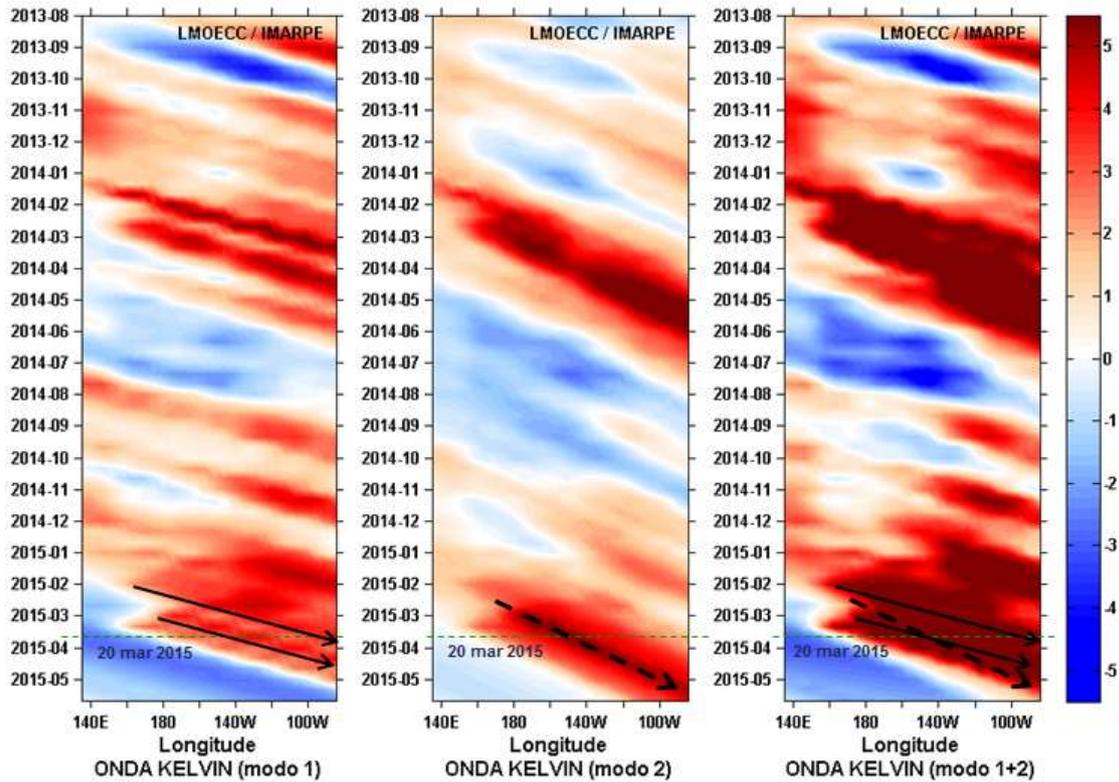


Figura 47. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

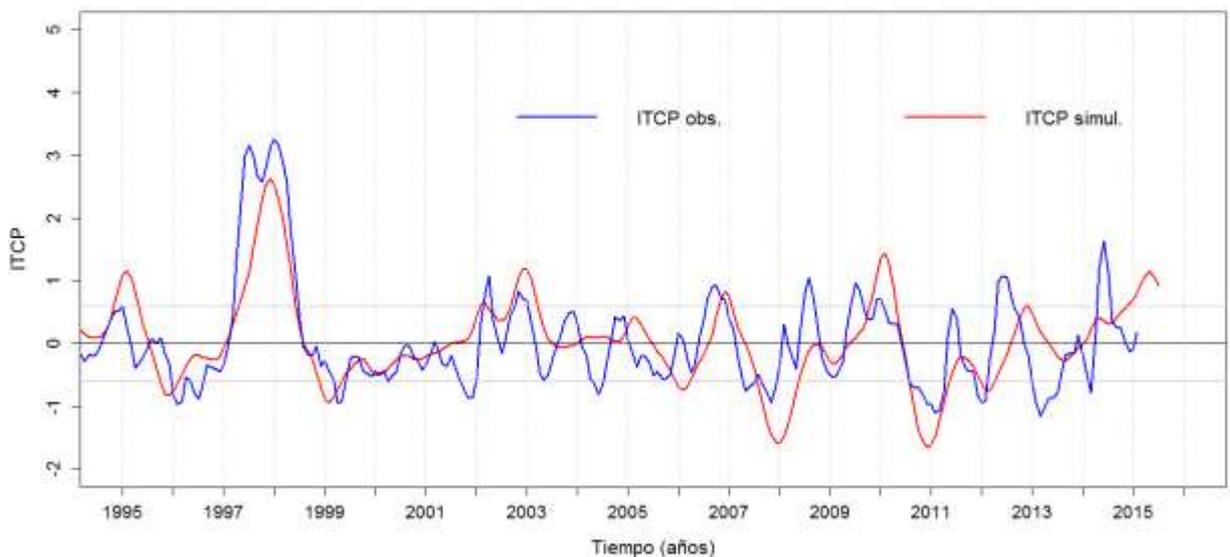


Figura 48. Pronóstico del ITCP mediante el modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia.

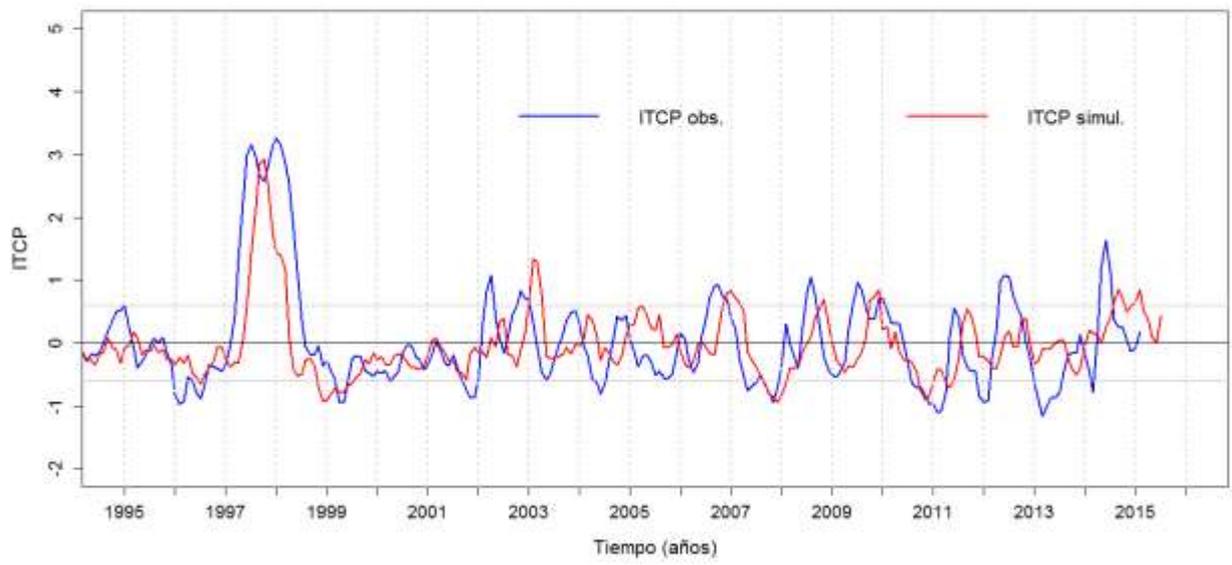


Figura 49. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico.