El Niño costero 2017 y las condiciones oceanográficas

Vicealmirante (r) Javier Gaviola Tejada
Graduado en la Escuela Naval del Perú. Es graduado en la maestría de Ciencias del Mar de la Facultad de Oceanografía y Pesca de la Universidad Nacional Federico Villareal; de Administración Marítima, Portuaria y Pesquera de la Escuela Nacional de Marina Mercante; de Estrategia Marítima de la Escuela Superior de Guerra Naval; y de Política Marítima también de la Escuela Superior de Guerra Naval. Ha sido director ejecutivo de Capitanías y Guardacostas, director de Intereses Marítimos, y director de Hidrografía y Navegación, y ha sido comandante del BAP Stiglich, el BAP Carrasco y el BIC Humboldt. Asimismo, ha ejercido la vicepresidencia del Instituto del Mar del Perú y comandante general de Operaciones de la Amazonía. Se desempeña como presidente del Consejo Directivo del Instituto del Mar del Perú.



RESUMEN
El Niño costero que se manifestó en el verano de 2017 tuvo una magnitud moderada y una duración relativamente corta, pero debido a lo imprevisible de su aparición y a la velocidad con que se desarrolló, originó desastres tan catastróficos como los fenómenos de 1982-1983 y de 1997-1998, que duraron casi un año.

PALABRAS CLAVE:
El Niño costero, Enfen, Imarpe, calentamiento costero, biovolumen.

ABSTRACT
The Coastal El Niño that showed up on summer 2017 had a moderated magnitude and a relatively short lasting, but due to its unpredictable appearance and speed of development outburst disasters so catastrophic like the ones in 1982-1932 and those of 1997-1998, which lasted one year.

KEYWORDS:
Coastal El Niño, ENPHEN, IMARPE, Coastal warming, Biovolume.

INTRODUCCION

A finales de enero de 2017, la temperatura de la superficie del mar se incrementó abruptamente contra todos los pronósticos y modelos climáticos previos, hasta alcanzar valores por encima de 28 °C en varios puntos de la costa norte del país, mientras que en el Pacífico ecuatorial central aún ocurría la transición de La Niña a una condición neutra. Esto, a su vez, activaría la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en forma temprana e intensa frente a la costa de Perú, lo cual propició la ocurrencia de lluvias muy fuertes en toda la zona norte hasta la latitud 10°S. Además, las condiciones atmosféricas tipo La Niña en el Pacífico central y el ingreso de humedad del norte propiciaron lluvias fuertes en los Andes occidentales.

• Artículo recibido el 21 de abril de 2017, aprobado para su publicación el 28 de abril de 2017

El calentamiento costero se habría iniciado por el debilitamiento de los vientos alisios del sur en enero, mientras que la intensificación de la segunda banda de la ZCIT al sur de Ecuador activó un mecanismo de retroalimentación positivo que mantuvo los alisios del sur débiles en la banda ecuatorial y temperaturas elevadas frente a la costa norte hasta abril. Luego, por la reducción estacional de la radiación solar, las temperaturas se redujeron, se desactivó la banda secundaria de la ZCIT y se inició la rápida declinación del evento.

Desarrollo

Durante un evento El Niño, con una duración aproximada de un año, estamos acostumbrados al aumento de la temperatura superficial del mar en toda la franja ecuatorial del océano Pacífico, hasta la costa norte de Estados Unidos, y que los efectos no solo se manifiesten en nuestra región, sino también en el resto del mundo: lluvias débiles en India, inviernos más fríos en Europa, tifones en Asia, sequías en Indonesia y Australia, entre otros desastres naturales.

Pero cuando el calentamiento ocurre solo en la zona costera del Perú y Ecuador, los efectos (lluvias torrenciales) se restringen a estos territorios. Los expertos han llamado a este proceso El Niño costero, término que ahora es igualmente empleado por el Comité Multisectorial para el Estudio del Fenómeno El Niño (Enfen) y por organismos internacionales como la NOAA (USA).

El evento del verano de 2017 calificó formalmente como El Niño costero de magnitud moderada, con condiciones neutras en el Pacífico ecuatorial central. Sin embargo, lo abrupto de su aparición y rápido desarrollo en menos tiempo de lo habitual (alrededor de ocho semanas) causó efectos tan devastadores como los eventos extraordinarios de 1982-1983 y 1997-1998 de más larga duración (ocho a diez meses). Hay evidencias de que ya antes hubo uno bastante similar en 1925.

Por su manifestación, lluvias e inundaciones, el evento El Niño costero 2017 se puede considerar como el tercer fenómeno El Niño más intenso de al menos los últimos cien años para el Perú. En cuanto a sus impactos en el ecosistema marino, la reducción del afloramiento costero ocasionó una disminución significativa de la productividad marina frente a la costa norte y la costa central. La anchoveta se desplazó hacia el centro y sur, y se replegó en la costa. Por otro lado, se detectó un incremento de la disponibilidad de recursos asociados a aguas cálidas, como caballa, bonito y atunes, y se desplazó hasta el sur entre febrero y marzo.

Componente oceanográfico

Luego del evento El Niño 2015-2016 (de mayor manifestación en el Pacífico ecuatorial central), que culminó en junio de 2016 (Enfen 2016), las condiciones oceanográficas en el litoral peruano tendieron a normalizarse y exhibieron mayormente valores de temperatura superficial del mar (TSM) dentro del rango neutro y, luego, entre neutro y ligeramente frío (> -1 °C) en diciembre de 2016. No obstante, fuera de las 100 millas, persistieron anomalías ligeramente cálidas (< +1 °C) frente a la costa central y sur del Perú, cuya área de cobertura se expandió hacia el norte en diciembre. Por otro lado, en la capa subsuperficial sobre los 100 metros, se presentaron anomalías térmicas negativas de hasta -2 °C que se extendieron desde Paita hasta el Callao durante la primavera 2016, asociadas a la normalización e intensificación del afloramiento costero. En paralelo, la concentración de clorofila-a satelital en la superficie mostró máximas anomalías positivas en relación con el registro histórico.

Como ya mencionamos, en enero de 2017 se detectó un rápido incremento de la TSM frente a la costa, asociado al debilitamiento del anticiclón del Pacífico Sur (APS) en hasta -2hPa (figura 1) y de los vientos costeros del sur. El debilitamiento del APS y de los vientos costeros del sur (con anomalías negativas de hasta -3,0 m/s) persistió hasta mediados de marzo (figura 2). A estas condiciones se sumó el debilitamiento de los vientos alisios en la zona ecuatorial próxima a Sudamérica, e incursiones de viento norte (N) a noroeste (NW), que alcanzó los 07-09°S (figura 2). La alteración de la circulación regional de los vientos fue determinante en el incremento sostenido de la TSM en la zona norte y centro del Perú y el desarrollo del evento El Niño costero 2017 hasta una magnitud de moderado (Comunicado Enfen 06-2017).

El aumento de la TSM en valores por encima de los 28 °C frente a la costa central y norte alimentó a su vez el desarrollo de la banda secundaria de la Zona de Convergencia Intertropical próxima al litoral, a la vez que retroalimentó las condiciones anómalas y propició las graves precipitaciones e inundaciones en las zonas medias y bajas de la costa norte y central de nuestro país durante marzo. Por otra parte, la alteración de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Oriental generó la rápida propagación de ondas Kelvin cálidas desde enero de 2017, que también contribuyeron al calentamiento. Para marzo, el calentamiento local, el desplazamiento de aguas ecuatoriales superficiales (AES) hacia el sur y aguas subtropicales superficiales (ASS) hacia la costa, propiciadas por la alteración de los vientos, más el arribo de una onda Kelvin cálida, ocasionaron el máximo desarrollo de El Niño costero, con anomalías de la TSM que alcanzaron +8 °C

en la zona costera frente a Salaverry y Huanchaco hacia la quincena del mes (figura 3).

A partir del 20 de marzo se reactivó el APS y se intensificaron los vientos costeros del sur, con anomalías positivas de hasta +2,5 m/s, ocasionando el desplazamiento de las aguas más cálidas hacia el norte y también la disminución de la TSM frente a la costa, cuya tendencia a la normalización se fortaleció desde inicios de abril (figuras 1, 2 y 3).

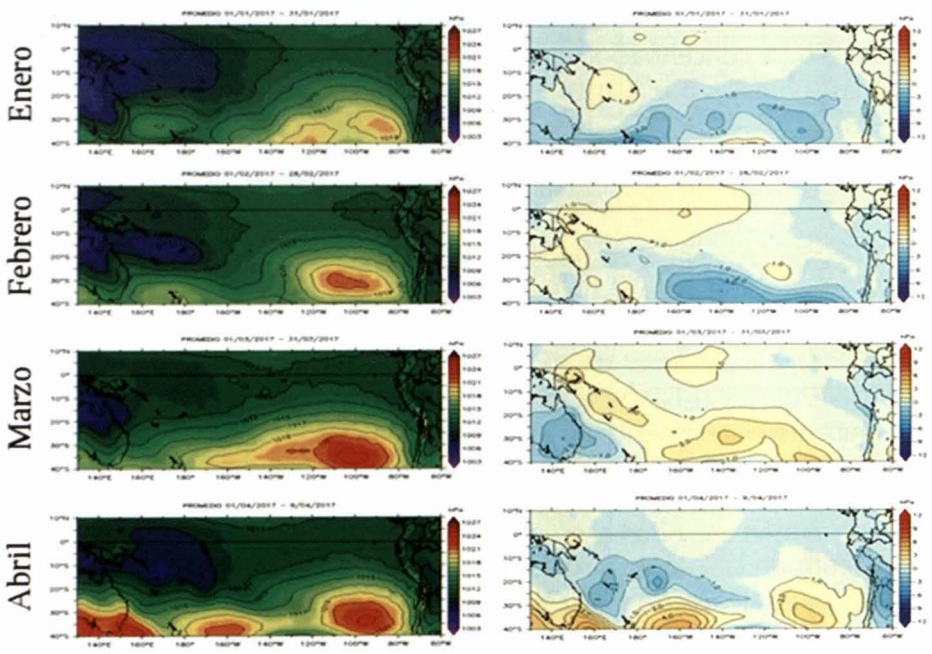

Figura 1. Promedio mensual de la presión atmosférica a nivel del mar (izquierda) y anomalías correspondientes (derecha). Para el mes actual se usaron datos del 1 al 9 abril. Datos del reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al. 1996).

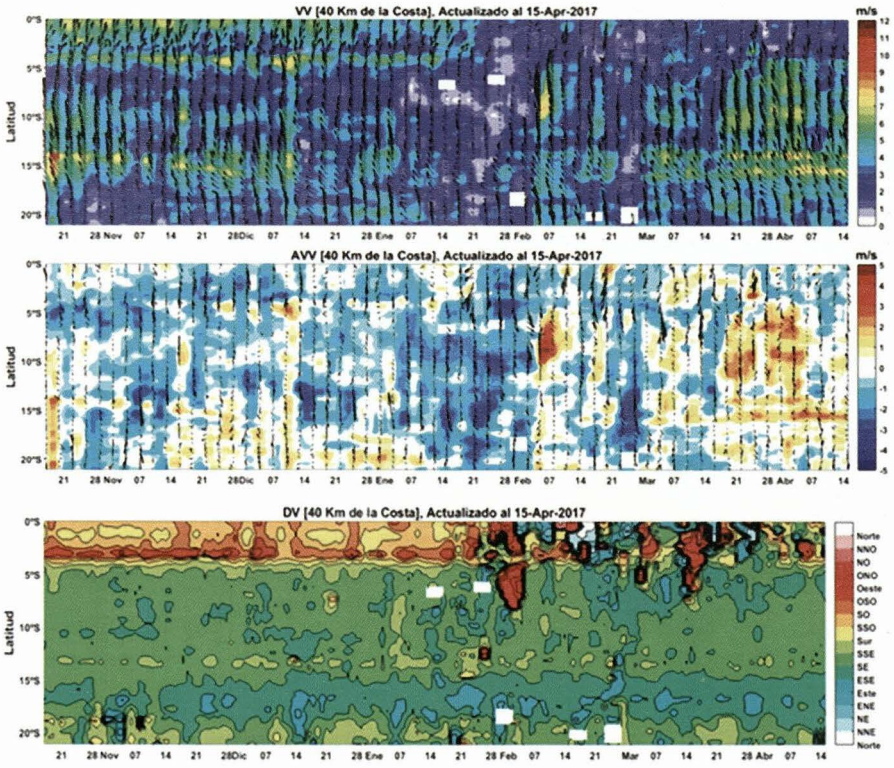

Figura 2. Diagramas Hovmöller de la velocidad del viento (arriba), anomalía del viento (medio), dirección del viento (abajo) de la a lo largo y en la franja de 40 km frente de la costa peruana, en los últimos seis meses (Fuente: ASCAT, elaborado por Imarpe).

Con la aparición repentina del evento y previo al inicio de la normalización de las condiciones, se programó en Imarpe un crucero que permitiría ver el estado de las condiciones oceanográficas y de los principales recursos vivos.

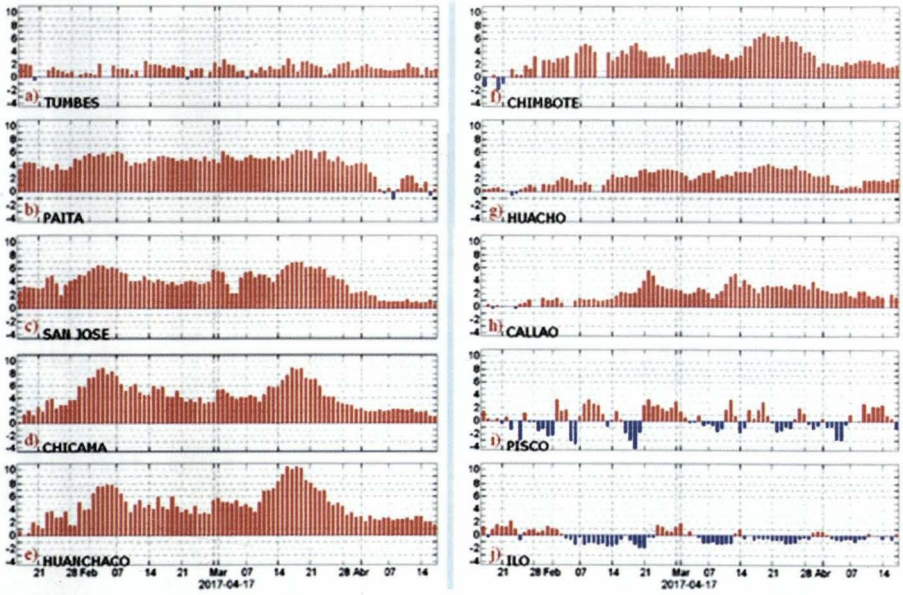

Figura 3. Anomalías diarias de la TSM registradas por los laboratorios costeros del Imarpe entre febrero y abril de 2017 (Fuente: IMARPE).

Condiciones oceanográficas durante el crucero 1702-04

Condiciones físicas superficiales

La TSM varió de 16,1 °C a 27,9 °C con un valor promedio para el área evaluada de 23,01 °C. Valores mayores de 27 °C se presentaron por fuera de las 30 millas náuticas de Salaverry a Casma, mientras que los valores más bajos (< 20 °C) se localizaron en la franja costera dentro de las 15 millas náuticas frente a Morro Sama y de Atico a bahía Independencia (figura 4). Las anomalías térmicas (ATSM) variaron de -3,3 °C a +7,2 °C, con un promedio para el área evaluada de +2,40 °C. Se encontró un predominio de condiciones cálidas al norte de Punta Caballas, con un núcleo con anomalías mayores a +6 °C frente a Chimbote, en tanto al sur de Punta Caballas se encontraron anomalías negativas frente a Chala-Ocoña e Ilo-Morro Sama (-2 °C frente a Atico), y valores superiores a +3 °C por fuera de las 30 millas náuticas de San Juan a Quilca (figura 4).

Debido a la influencia de las aguas de los ríos que incrementaron significativamente su caudal, la salinidad superficial del mar (SSM) entre Morro Sama y Talara varió entre 30,252 ups a 35,734 ups. A su vez se encontraron

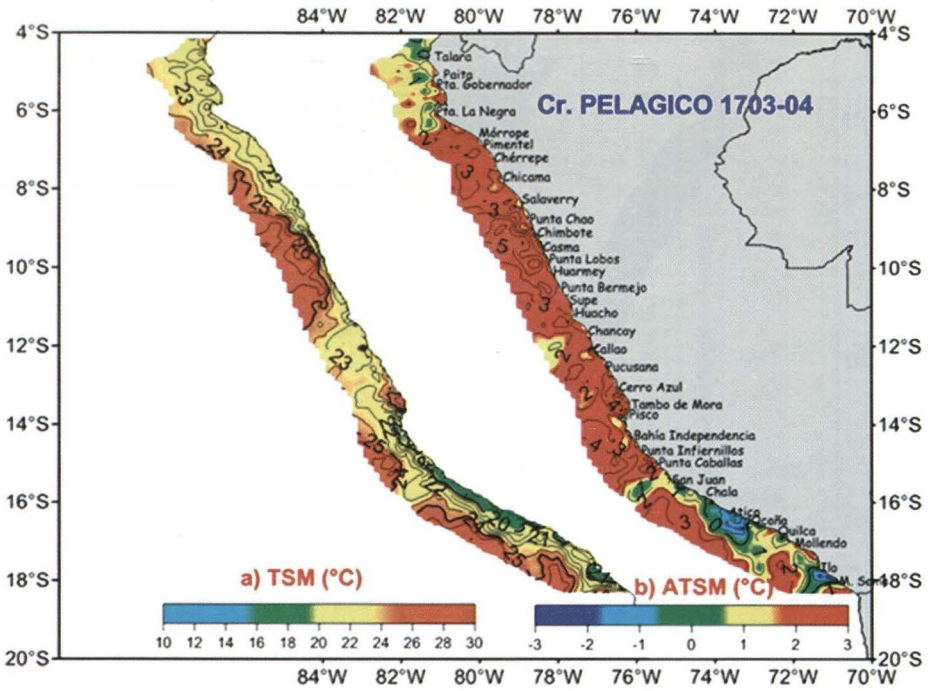

Figura 4. Distribución de la temperatura superficial de mar SSM (°C) y anomalías de la TSM (°C). La climatología de base es del periodo 1981–2010 a 0,1 x 0,1 grado de resolución (Fuente: Imarpe).

masas de agua tropicales superficiales ATS ubicadas al norte de Talara, aguas ecuatoriales superficiales AES desplazadas inusualmente hasta Chimbote y aguas costeras frías ACF en una franja de amplitud variable dentro de las 40 millas náuticas, debido a la fuerte presión de las aguas cálidas y salinas del oeste hacia la costa. Las anomalías halinas (ASSM) variaron de -3,9 ups a +0,7 ups en el área cubierta para el crucero. Anomalías positivas se observaron en el 80% del área evaluada como producto de la presencia de las ASS; en cambio, las anomalías negativas estuvieron asociadas a la presencia de las AES al norte de Chimbote y a la influencia del agua continental en la franja costera, como frente a Pucusana, Cerro Azul y Pisco (figura 5).

Oxígeno y pH en superficie

Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) en la superficie del mar se encontraron entre 2,6 mL/L a 15,3 mL/L. El afloramiento costero estuvo delimita-

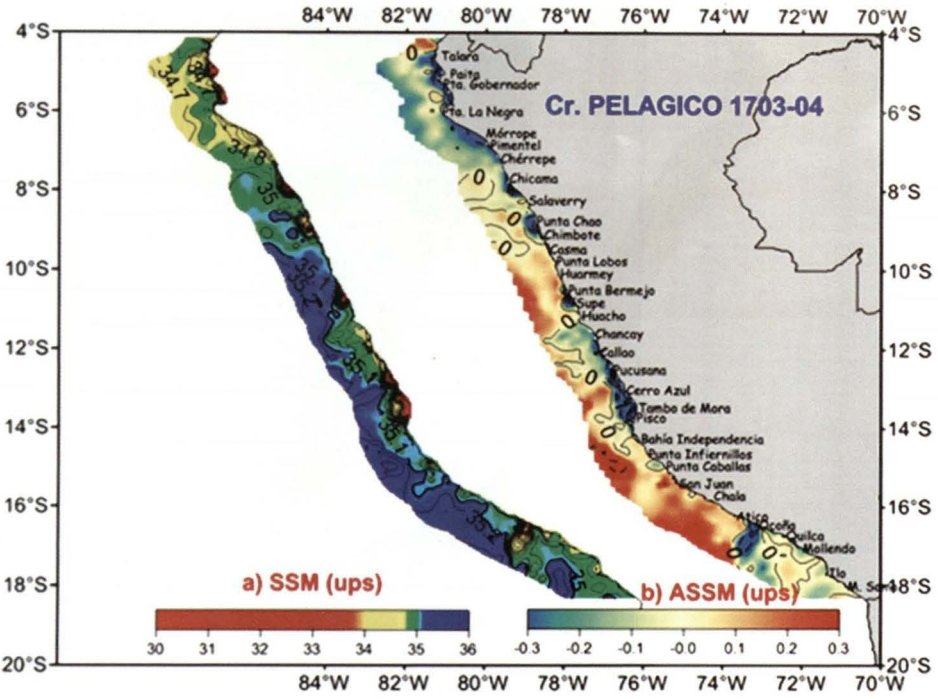

Figura 5. Distribución de la salinidad superficial de mar SSM (ups) y anomalías de la SSM (ups). La climatología de base es del periodo 1981–2010 a 0,1 x 0,1 grado de resolución (Fuente: Imarpe) .

do por valores cercanos a 4,0 mL/L, y estuvo restringido a áreas costeras frente a Chicama, Salaverry y Chancay, y en mayor extensión entre Pisco y Atico. Por otro lado, al norte de Supe se registraron concentraciones de OD bastante homogéneas de alrededor de 5,0 mL/L, asociadas a valores de TSM entre 23,0 °C a 26,0 °C.

Los valores de acidez pH en superficie estuvieron por encima de 7,79, con una relación directa con los valores de oxígeno. Eventos altamente productivos se relacionaron con valores superiores de 8,3, a diferencia de las zonas de afloramiento costero, donde el pH varió en un rango de 7,8 a 8,0. Las ASS estuvieron mayormente asociadas a valores de pH cercanos a 8,2 (figura 6).

Clorofila "a" satelital (µg/L)

Usando información del satélite MODIS a una resolución espacial de 9 km, se obtuvo una distribución superficial de clorofila-a en cuatro etapas del 1 al 15

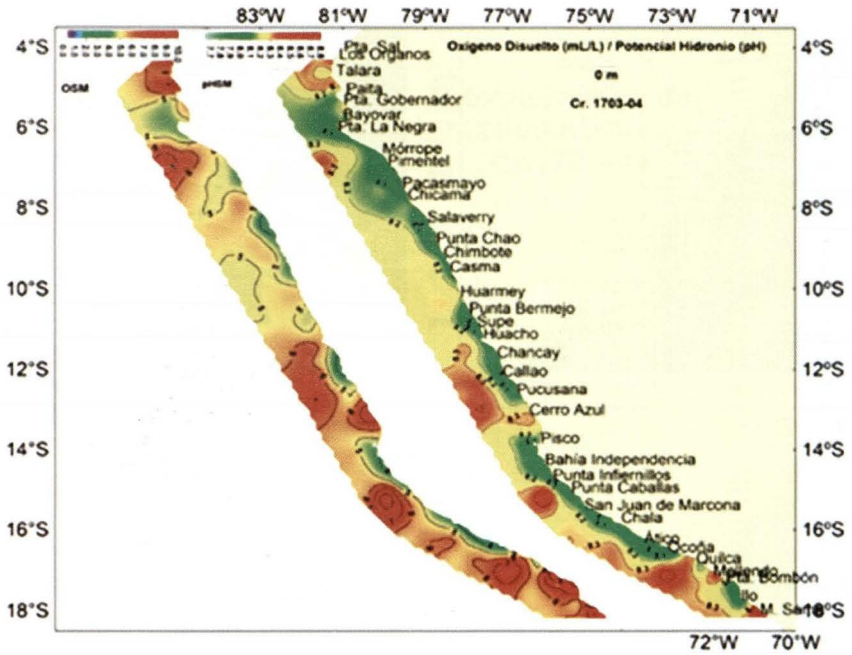

Figura 6. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) y potencial hidronio (pH). Cr. Pelágico 2017-0304, BIC Flores / BIC Olaya.

de marzo, del 16 al 31 de marzo, del 1 al 31 de marzo y del 1 al 11 de abril de 2017, con el objetivo de apreciar la evolución de la productividad en el periodo del Crucero afectado por El Niño costero 2017. En ese sentido, durante marzo la presencia y el predominio de aguas cálidas al norte de Chimbote generaron una diminución de la clorofila-a, que alcanzó valores de 1,0 µg/L a 3,0 µg/L en la región costera desde Chicama a Los Órganos, y fueron aún más críticos a inicios de la segunda quincena de marzo. Sin embargo, en la costa central, a pesar de incursión de las aguas cálidas, se mantuvieron valores mesotróficos superiores a 5,0 µg/L. Durante abril, con el descenso de las temperaturas, también se observó un incremento de la clorofila, frente a las costas del Perú. Destacaron las concentraciones de 5,0 µg/L a 10,0 µg/L, lo que sugirió una tendencia a la normalización de la productividad frente a la costa peruana (figura 7).

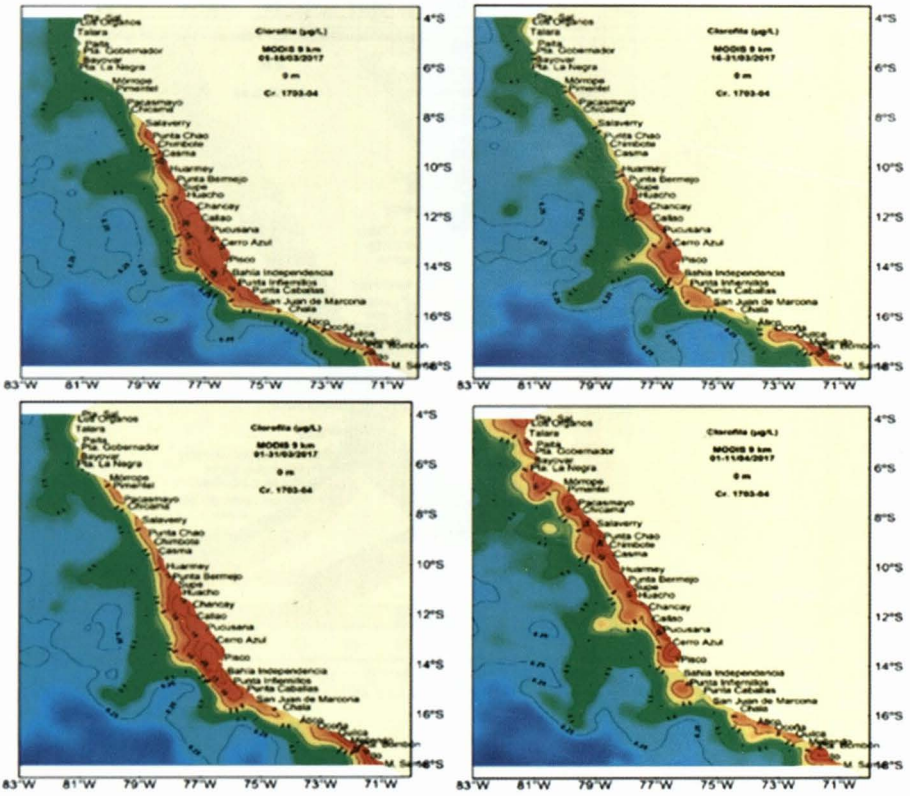

Figura 7. Distribución Superficial de Clorofila-a (µg/L), información procedente del Satélite MODIS-AQUA - resolución 9 km. En tres etapas: a) 01-15/03/2017 b) 16-31/03/2017, c) 01-31/03/2017 y d) 01-11/04/2017.

Biovolúmenes de zooplancton

Los biovolúmenes de zooplancton fluctuaron entre 0,1 mL/muestra y 100,0 mL/muestra, con un predominio de biovolúmenes mayores a los 5,0mL/muestras. Los biovolúmenes menores a 5,0 mL/muestra se localizaron muy cerca de la costa. Se presentaron entre Los Órganos y Huarmey dentro de las 5 millas, mientras que entre Callao y Morro Sama tuvieron una mayor extensión hasta 20 millas náuticas de la costa. Es importante destacar la presencia de biovolúmenes mayores a 20 mL/muestra dentro de la plataforma entre Mórrope y Huarmey, característica inusual para otros veranos (figura 8).

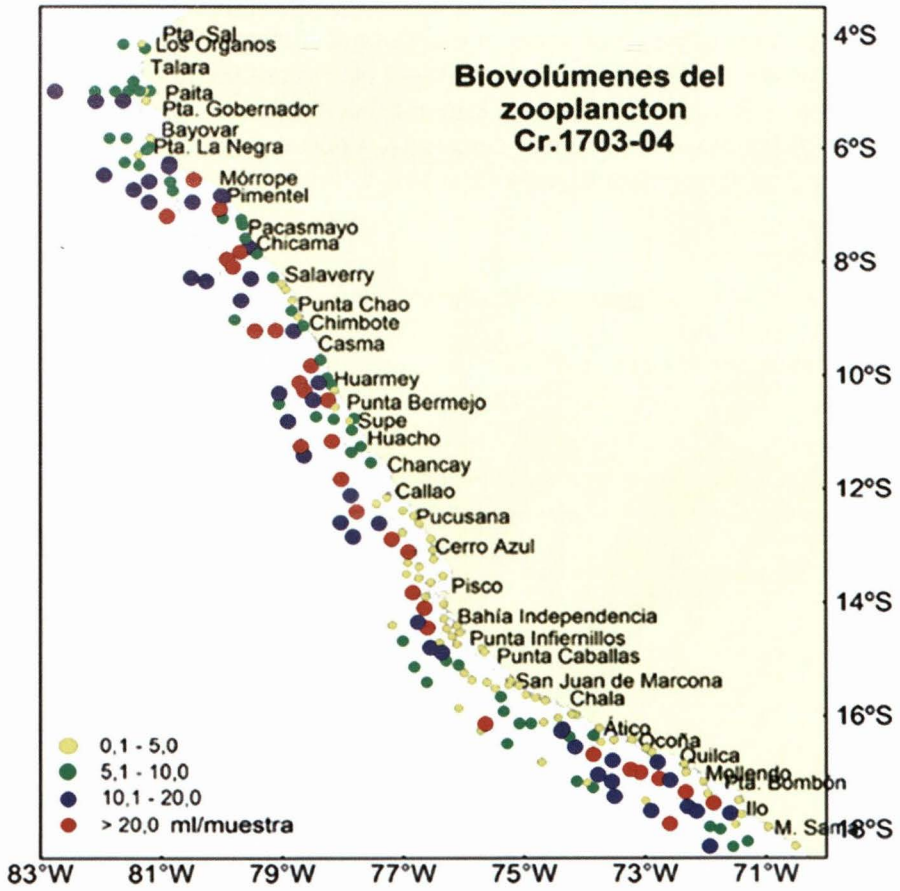

Figura 8. Distribución cualitativa de los biovolúmenes del zooplancton (Fuente: Imarpe).

Distribución de huevos y larvas de "anchoveta"

La distribución de huevos y larvas de anchoveta mostraron una distribución diferente a la que se observa en otros veranos. En esta oportunidad el desove se localizó al sur de Pimentel. De manera general, los huevos de anchoveta se distribuyeron muy cerca de la costa, aunque frente a Morro Sama y entre San Juan de Marcona y Bahía Independencia tuvo una extensión hasta las 30 millas y hasta las 40 millas náuticas frente a Tambo de Mora. Se observó un núcleo con alta concentración de huevos en estadio III y IV reportados frente a Ático y entre Pisco y Cerro Azul, asociado a la presencia de hembras hidratadas en estas

zonas. De otro lado, las larvas tuvieron una mayor distribución por fuera de la costa, aunque cubrieron una menor extensión latitudinal. Al sur de Chancay estuvieron dentro de las 30 millas náuticas y alcanzaron las 60 millas náuticas frente a Ilo y San Juan de Marcona. Esta distribución de los huevos y larvas de anchoveta estuvo asociada a ACF cercanas a la costa y aguas de mezcla (ACF, ASS y AES) con temperaturas menores a 24,0 °C (figura 9).

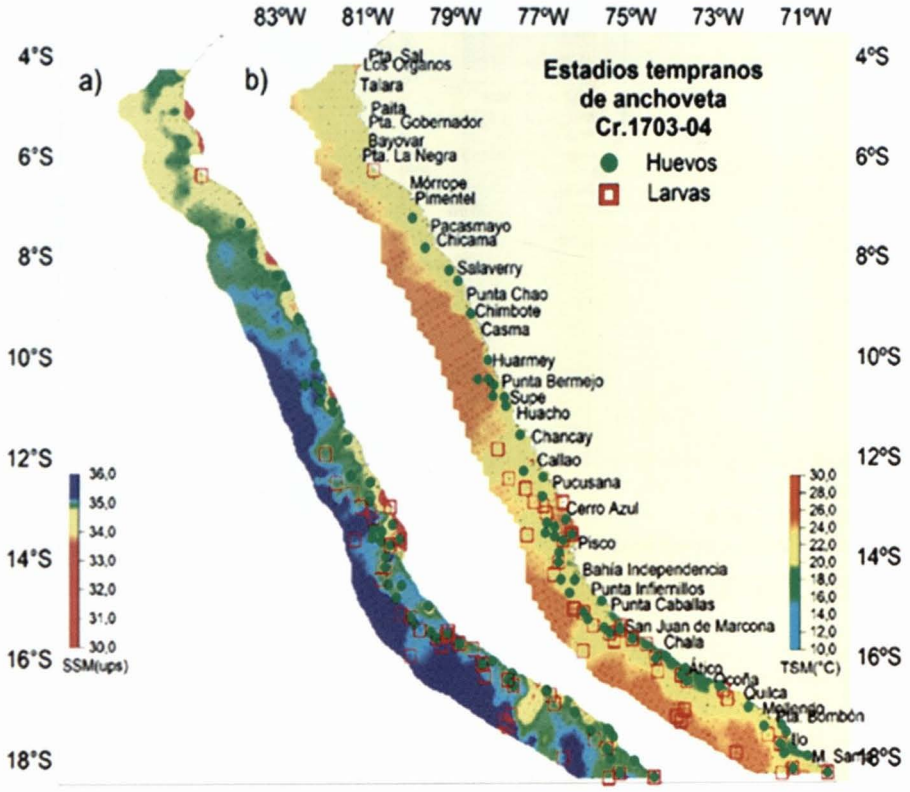

Figura 9. Distribución de los huevos y larvas de *Engraulis ringens* (anchoveta), asociados a las condiciones ambientales: SSM (a) y TSM (b) (Fuente: Imarpe).

Indicadores de masas de agua superficiales

Los copépodos Eucalanus inermis y Centropages brachiatus, indicadores de ACF, fueron observados principalmente entre Huarmey y Morro Sama. Llegaron hasta las 60 millas náuticas frente a Punta Caballas y el sur de Ocoña, mientras que al norte de Punta La Negra se localizó por fuera de la plataforma. Asimismo, los copépodos Acartia danae, Mecynocera claussi, Calocalanus pavo y Ischnocalanus plumulosus, relacionados con ASS, presentaron una distribución más homogénea al sur de Pisco y fuera de la plataforma, aunque más dispersa al norte del Callao. Se halló cerca de la costa en agua de mezcla entre ASS y AES. La presencia de Centropages furcatus, copépodo indicador de AES, estuvo distribuido entre Paita y Chancay, desde la costa hacia fuera de la plataforma, donde hubo áreas de aguas de mezcla con ASS y ACF (figura 10).

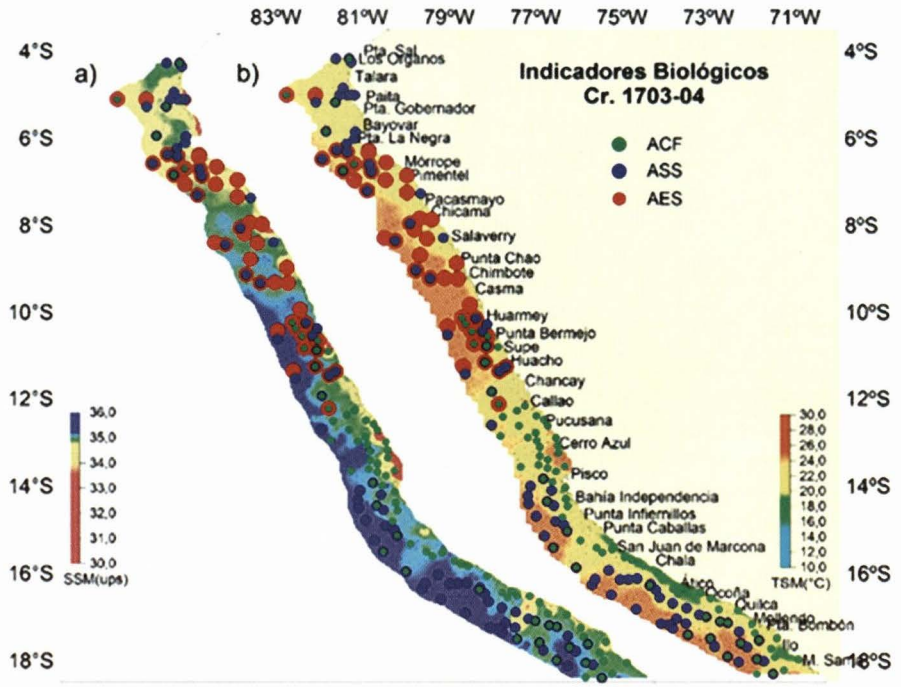

Figura 10. Distribución de los indicadores biológicos asociados a las condiciones (Fuente: Imarpe)

Conclusiones

- Las condiciones oceanográficas superficiales en general mostraron un predominio de condiciones cálidas con excepción de áreas frente a San Juan, Ático e Ilo, donde se presentaron condiciones frías.
- Las masas de agua presentes fueron: ATS al norte de Talara, AES al norte de Chimbote, ACF en una franja de amplitud variable dentro de las 40 millas náuticas, ASS de Chimbote al sur, aguas de mezcla en la zona costera debido a la descarga de los ríos y aguas de mezcla por la interacción de las AES y ASS en la zona norte y por la interacción de las ACF y ASS en la zona centro sur, con influencia de las ATSA al sur de San Juan.
- Los huevos y larvas de anchoveta se localizaron principalmente en ACF (en aguas de mezcla de ASS y ACF en algunos casos), quienes la restringieron principalmente cerca de la costa a una temperatura máxima de 24°C.

Colaboradores del presente artículo

Agradecimiento a los profesionales del Instituto del Mar del Perú que aportaron la información respectiva de la parte física, química y biológica del presente artículo, Ingeniero Dimitri Gutiérrez y los biólogos Luis Vásquez, Octavio Morón y Patricia Ayón.

Referencias

ENFEN. Comunicado Oficial Enfen 02-2017, 2017. [Consulta: 21 de julio de 2017]. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_comenf_comunicado-oficial-022017.pdf

ENFEN. Comunicado Oficial Enfen 04-2017. [Consulta: 21 de julio de 2017]. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_comenf_comunicado-oficial-042017.pdf

ENFEN. Comunicado Oficial Enfen 05-2017. [Consulta: 21 de julio de 2017]. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_comenf_comunicado-oficial-052017.pdf

ENFEN. Comunicado Oficial Enfen 06-2017. [Consulta: 21 de julio de 2017]. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_comenf_comunicado-oficial-062017.pdf

ENFEN. Comunicado Oficial Enfen 07-2017. [Consulta: 21 de julio de 2017]. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_comenf_comunicado-oficial-072017.pdf

IMARPE. Informe "Evaluación hidroacústica de recursos pelágicos". Crucero 1703-04-Morro Sama-Los Órganos, del 3 de marzo al 13 de abril de 2017, 2017. [Consulta: 21 de julio de 2017]. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/EvaluacionHidroacusticaRecPelagicosCrucero170304.pdf



