
El Boletín Oceanográfico es una contribución del Departamento de Geofísica y del Instituto Milenio de Oceanografía, Universidad de Concepción

Editores

Aldo Montecinos, Oscar Pizarro y Carlos Conejero

6 de abril, 2016

Resumen Ejecutivo

Al igual que el mes anterior, continúa la fase de decaimiento del evento El Niño 2015-16. Los vientos alisios siguen fortaleciéndose en el Pacífico ecuatorial central, debilitando por completo los vientos del oeste en el Pacífico occidental. Además, se intensificó el proceso de descarga del contenido de calor ecuatorial. Esto se sigue reflejando en la menor intensidad de las anomalías del contenido de calor, la profundidad de la isoterma de 20°C. Durante marzo se registró el arribo de la onda de Kelvin de subsidencia lo que se notó en un aumento de la TSM en las costas de Ecuador y norte de Perú. Además, el Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (ASPS) se mantiene fortalecido desde febrero a través de sus anomalías positivas en la circulación anticiclónica frente a las costas de Chile. Por otro lado, los índices que nos ayudan a monitorear la evolución actual, indican que el proceso de descarga propuesto por Jin (1997) sigue intensificándose durante el mes de marzo, por lo que se espera que en los próximos meses el Pacífico ecuatorial alcance sus condiciones normales.

A partir del boletín de abril de 2016, haremos una comparación con eventos La Niña, para ir determinando el potencial desarrollo de la fase negativa de El Niño-Oscilación del Sur durante el presente año.

NOTA: Se invita a todas las instituciones e investigadores que deseen cooperar con información relevante sobre el desarrollo de las anomalías oceanográficas y meteorológicas en nuestras costas, envíen su contribución a boc@dgeo.udec.cl.

El Boletín Oceanográfico (BOC) es auspiciado por el Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM), Chile

Pacífico Ecuatorial

En las siguientes secciones se analiza la evolución del sistema acoplado océano-atmósfera en el Pacífico tropical con énfasis en el crecimiento de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM), profundidad de la termoclina ecuatorial y vientos superficiales, incluyendo para algunas variables la región frente a Chile.

Temperatura Superficial del Mar y Viento Zonal

Durante marzo de 2016, se mantiene la disminución de la TSM en la banda ecuatorial (2°N - 2°S), principalmente en el Pacífico ecuatorial central y occidental (Figura 1, panel izquierdo). Sin embargo, cabe destacar que el borde oriental presenta un incremento de la TSM, llegando hasta 29°C al este de 120°W . Como se mencionó durante los boletines anteriores, el desplazamiento de las isotermas de 27 ó 28°C hacia el borde oriental, intensificado durante febrero, se asocia con la propagación de una onda de Kelvin de subsidencia, la cual efectivamente arribó a las costas de Ecuador y norte de Perú durante mediados de marzo. Por otro lado, el núcleo de la poza cálida (sobre 30°C) continúa debilitándose desde enero de 2016, principalmente entre 160°E y 160°W . Además, los vientos del oeste en la banda ecuatorial continúan su debilitamiento desde febrero, notándose un fortalecimiento de los vientos alisios alrededor de 180° y 140°W , con valores sobre 4 m s^{-1} (Figura 1, panel derecho). Como se mencionó en el boletín anterior, este evento El Niño alcanzó su máxima intensidad en el Pacífico ecuatorial central durante los meses de noviembre y diciembre de 2015, por lo que su fase de decaimiento hacia condiciones normales sigue en progreso durante marzo de 2016.

Five-Day SST and Zonal Wind 2°S to 2°N Average

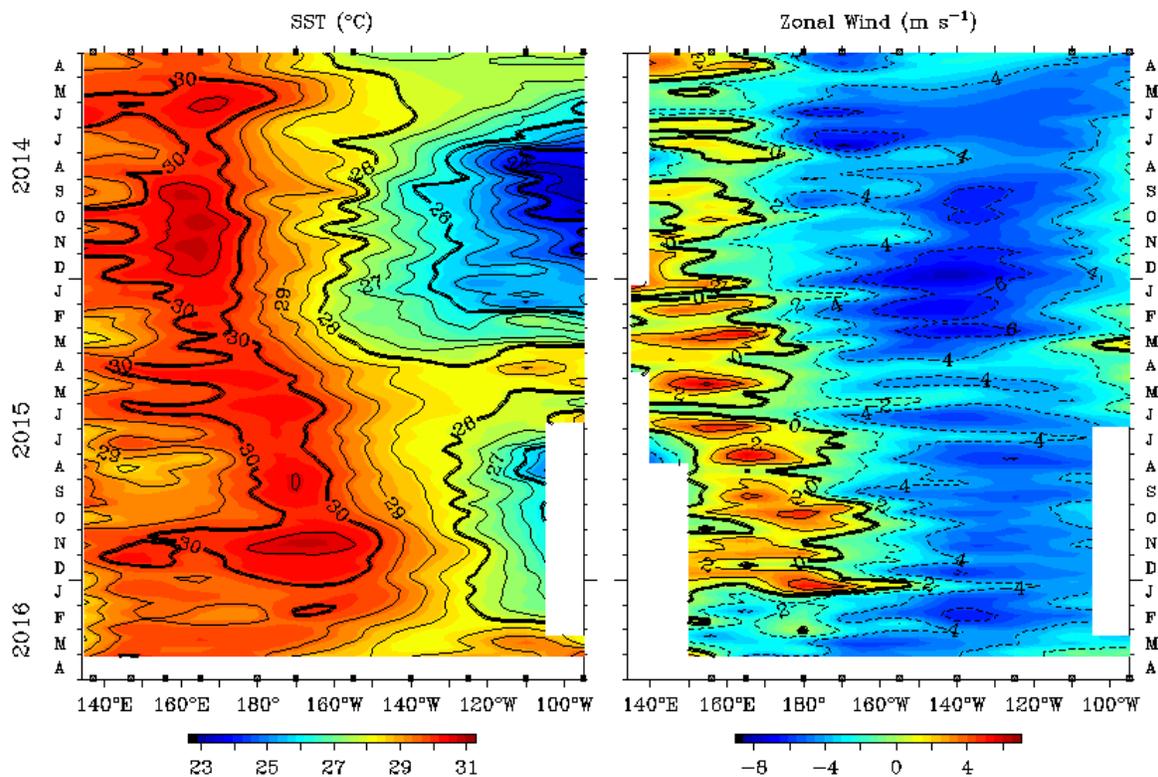


Figura 1. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo del valor absoluto de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, panel izquierdo) y del viento zonal (m s^{-1} , panel derecho), entre 2°N - 2°S , desde abril de 2014 a marzo de 2016. Fuente: TAO/TRITON.

Anomalías de la TSM y Contenido de calor

Las anomalías de TSM en la banda ecuatorial (2°N - 2°S) muestran una disminución de las anomalías positivas para el Pacífico ecuatorial central, principalmente entre 180° y 140°W (Figura 2, panel izquierdo). Durante marzo, las anomalías positivas de la TSM en el Pacífico ecuatorial oriental se mantienen en 2°C registrados en febrero, incluso alcanzando los $2,5^{\circ}\text{C}$ en 110°W . A pesar de estas anomalías positivas de la TSM en el borde oriental, el contenido de calor almacenado sigue disminuyendo a pesar de la onda de Kelvin de subsidencia que se propagó y arribó durante marzo a las costas de Ecuador y norte de Perú (leer boletín anterior). Además, como se mencionó anteriormente, el desplazamiento hacia el este de la isolínea del contenido de calor de 0.0 J m^{-2} (Figura 2, panel derecho) generó una disminución en el contenido de calor del Pacífico ecuatorial occidental y central, llegando incluso hasta 120°W a fines de marzo. Esto sigue confirmando que el incremento de las anomalías negativas del contenido de calor en el Pacífico ecuatorial occidental y central son parte del proceso de descarga propuesto por Jin (1997), tal como se ha mencionando en los boletines anteriores.

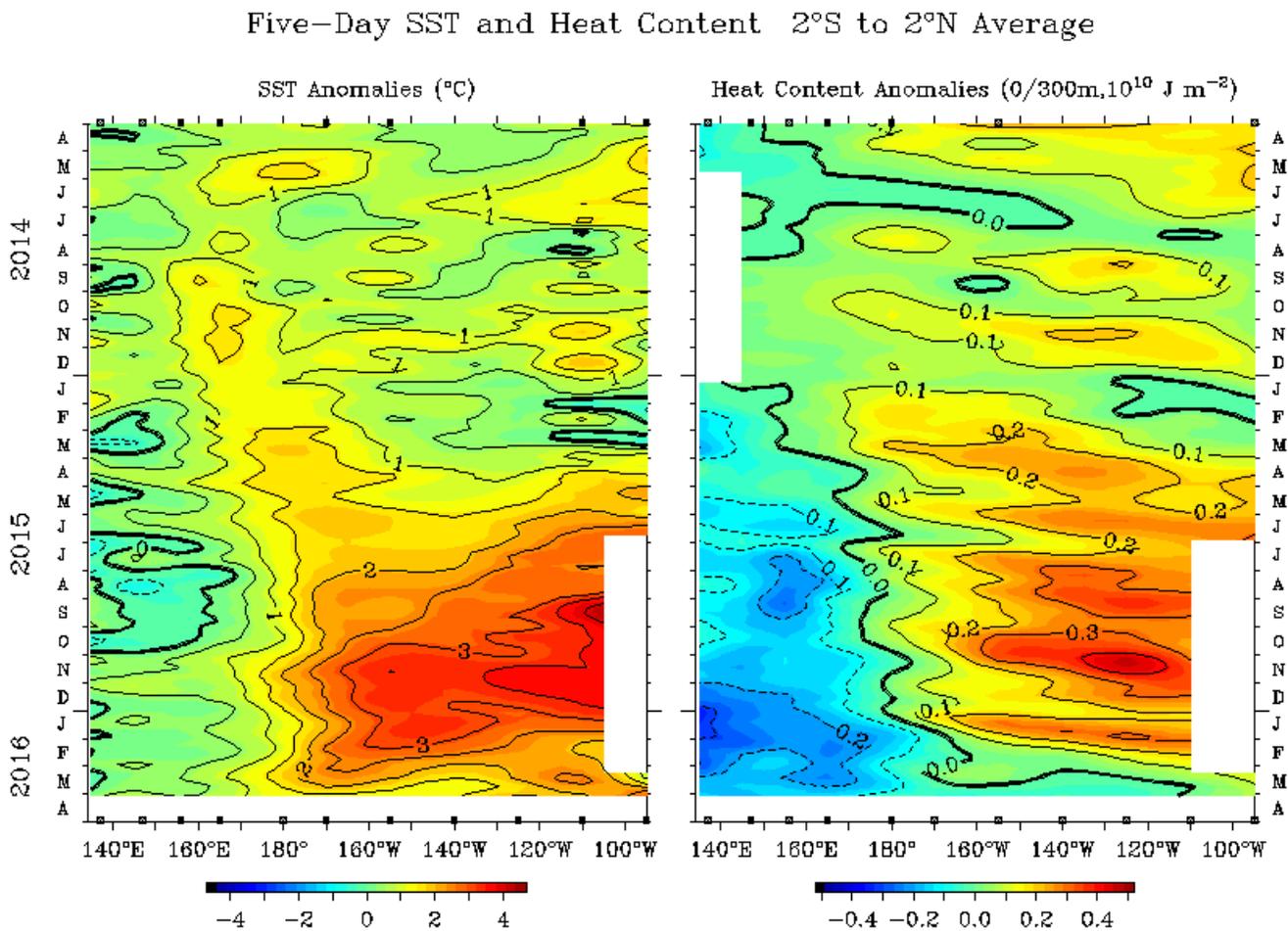


Figura 2. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, panel izquierdo) y del contenido de calor (J m^{-2} , panel derecho), entre 2°N - 2°S , desde abril de 2014 a marzo de 2016. Fuente: TAO/TRITON.

Anomalías del Viento Zonal y Profundidad de la isoterma de 20°C

Durante marzo de 2016, se aprecia un completo relajamiento de las anomalías positivas del viento zonal o viento anómalo del oeste, que se venía manifestando desde fines de enero (Figura 3, panel izquierdo). Es más, entre 170°W y 150°W, las anomalías del viento zonal alcanzaron su valor promedio. Se sigue sosteniendo que este debilitamiento de los vientos del oeste no generarían una nueva onda de Kelvin que pueda provocar una perturbación en la profundidad de la termoclina. Además, la llegada de la onda de Kelvin de subsidencia durante marzo impactó las costas de Ecuador y Perú con anomalías positivas en la profundidad de la termoclina de ~30 m, inferiores a las registradas durante junio-diciembre de 2015 (~50 m), tal como se mencionó en el boletín anterior (Figura 3, panel derecho). Por otro lado, la disminución de la profundidad de la isoterma de 20°C registrada durante febrero en el borde occidental del Pacífico ecuatorial, se ha incrementado durante marzo alcanzando los los maximos valores del levantamiento de la termoclina de ~30 m, incluso desplazándose hacia el este, hasta 130°W. Esto demuestra que el proceso de descarga de Jin (1997) se fortalece cada vez más.

Five-Day Zonal Wind and 20°C Isotherm Depth 2°S to 2°N Average

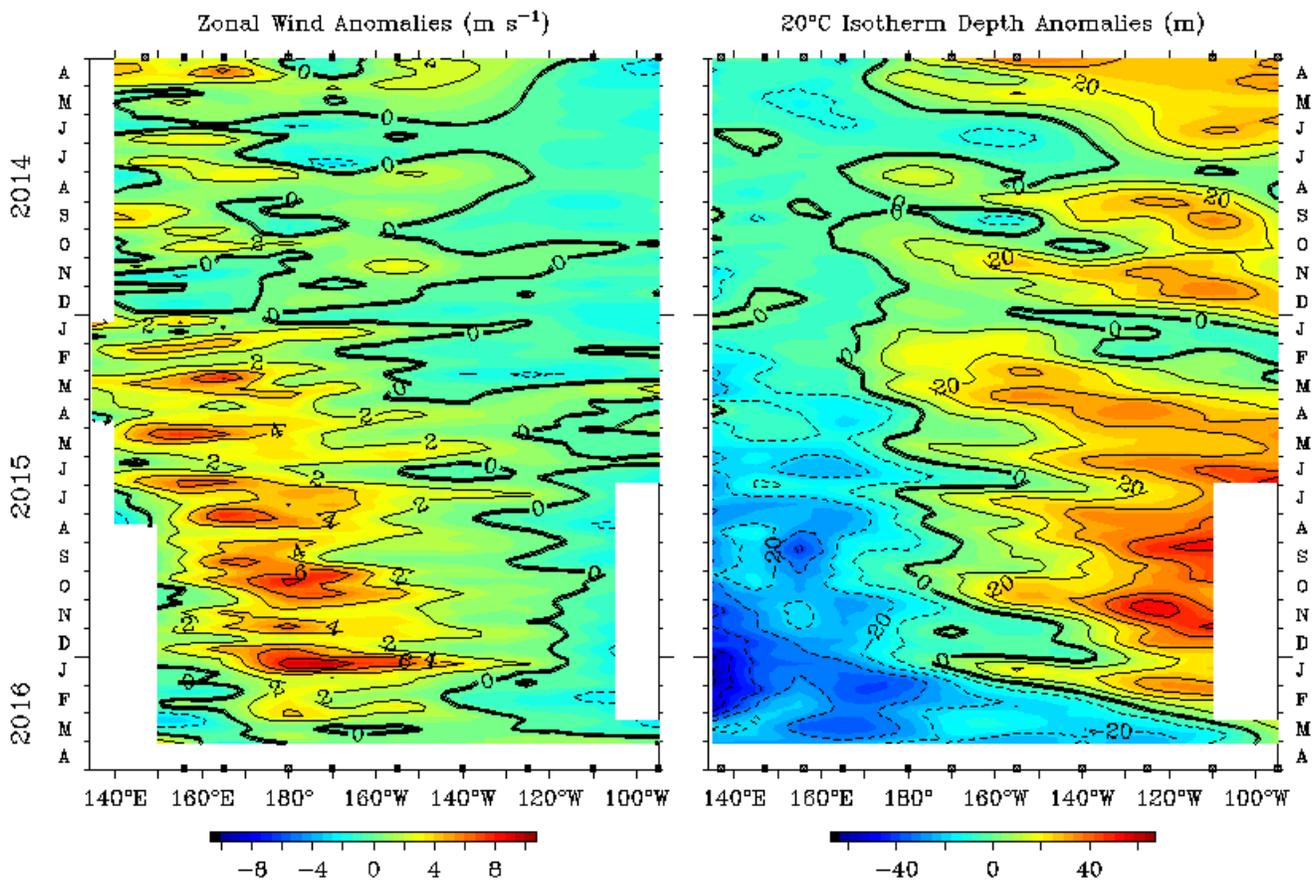


Figura 3. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo de las anomalías del viento zonal (m s⁻¹, panel izquierdo) y la profundidad de la isoterma de 20°C (m, panel derecho), entre 2°N-2°S, desde abril de 2014 a marzo de 2016. Fuente: TAO/TRITON.

Nubosidad Convectiva

Durante el mes de marzo de 2016, la actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central, principalmente entre 180° y 150°W, se desplazó hacia el oeste sobre la poza cálida (borde occidental de la cuenca del Pacífico ecuatorial), propagando de igual forma la ausencia de actividad convectiva sobre el Pacífico ecuatorial occidental (Figura 4). Esto genera que durante la primera semana de marzo exista un cambio de fase positivo hacia una fase negativa en las anomalías de OLR en el Pacífico ecuatorial occidental, es decir, un aumento de la actividad convectiva. Este desplazamiento de la actividad convectiva (anomalías negativas de la OLR) está en concomitancia con el fortalecimiento de los alisios a lo largo del Pacífico ecuatorial (Figura 1, panel derecho)

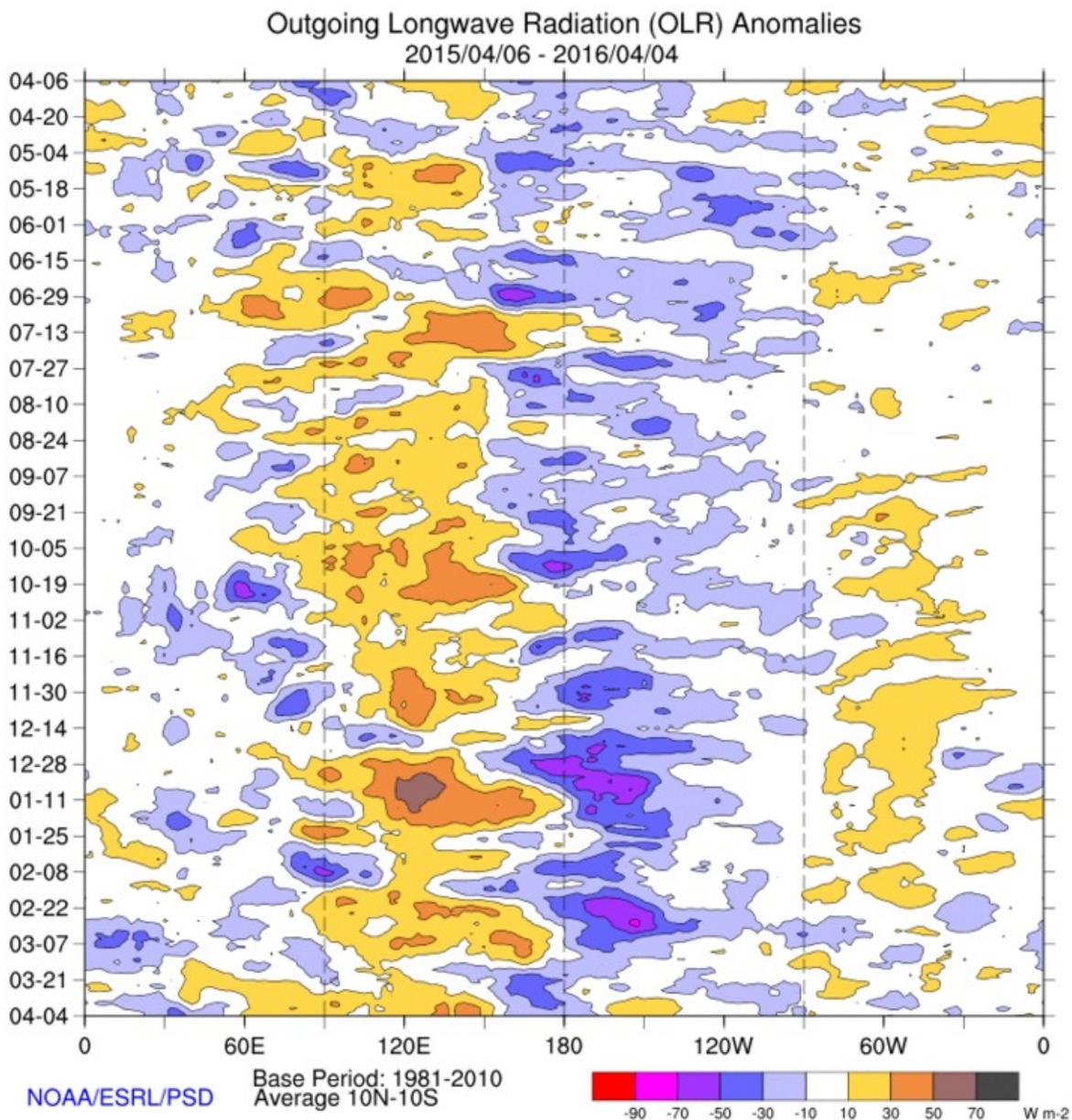


Figura 4. Evolución longitud-tiempo de las anomalías de radiación de onda larga emergente ($W m^{-2}$) para toda la banda ecuatorial entre 10°N-10°S, entre el 6 de abril de 2015 y el 4 de abril de 2016. Fuente: NOAA/ESRL/PSD.

Cuenca del Pacífico (TSM-OLR-Vientos)

Durante marzo continúa el debilitamiento de las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial central y oriental (Figura 5, panel izquierdo). Si bien este enfriamiento (o disminución de la magnitud de las anomalías positivas de TSM) está en progreso desde diciembre de 2015, como se mencionó en el boletín anterior, cabe destacar que en el borde oriental del Pacífico ecuatorial, principalmente frente a la costa norte de Perú y Chile, las anomalías positivas de la TSM se mantienen en alrededor de 1°C . Además, continúa disminuyendo la intensidad del dipolo zonal (oeste-este) de anomalías de TSM entre 20°S y 30°S , principalmente al este de 120°W . Por otro lado, se observa que desde enero de 2016 el borde occidental del Pacífico ecuatorial está incrementando sus anomalías positivas de TSM por sobre 1°C . Esto es generado por el desplazamiento hacia el oeste de la zona de convección, donde las anomalías negativas de OLR están centradas en la línea de cambio de fecha debido al debilitamiento de los vientos del oeste y por consecuencia el fortalecimiento de los vientos alisios en el Pacífico ecuatorial (Figura 5, paneles inferiores). Se aprecia también que el Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (ASPS) sigue fortaleciéndose desde febrero. Como se mencionó en el boletín anterior, las condiciones anómalas asociadas al actual evento El Niño 2015-16 continúan su evolución hacia condiciones normales.

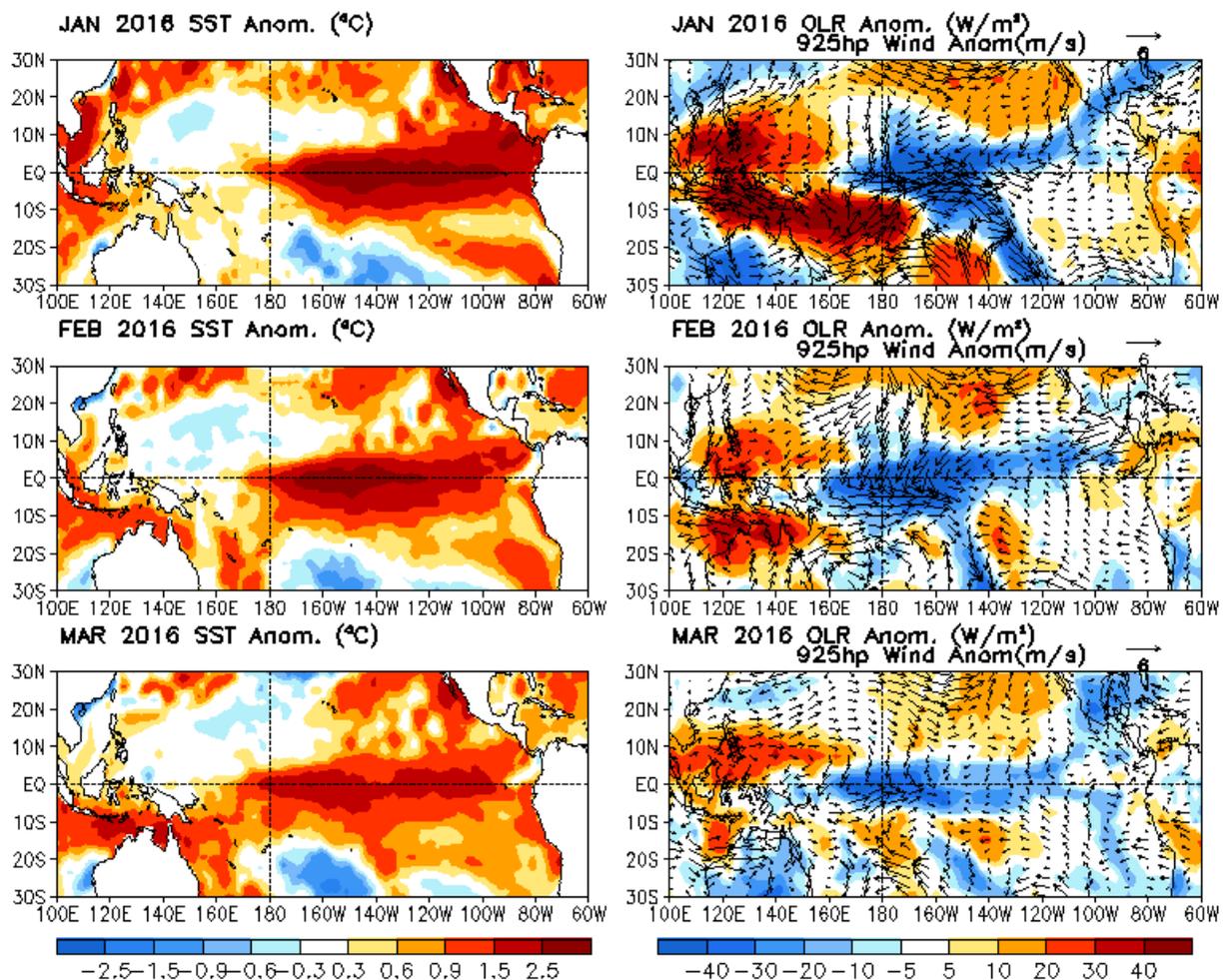


Figura 5. Evolución de los últimos 3 meses de las anomalías de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, colores panel izquierdo), radiación de onda larga emergente (W m^{-2} , colores panel derecho) y viento a 925 hPa (m s^{-1} , vectores panel derecho). Enero (panel superior), febrero (panel medio) y marzo (panel inferior) de 2016. Fuente: CPC-NCEP-GODAS.

Evolución del fenómeno El Niño

En esta sección se discute la evolución de El Niño en base a diagramas de dispersión de diferentes índices ecuatoriales, que bajo distintas consideraciones dinámicas permiten analizar la evolución temporal del presente evento en comparación con los eventos extraordinarios que ocurrieron a fines del siglo pasado (1982-83, 1997-98). Cuando es posible, se agrega a esta comparación el evento 1972-73, el cual no alcanzó a tener un desarrollo similar a los extraordinarios, pese a su rápida evolución inicial.

Mecanismo de Bjerknes, IOS v/ TSM Niño 3.4

En el diagrama de dispersión de la Figura 6 se muestra la relación, mes a mes, de las anomalías de un índice ecuatorial de presión que representa las fluctuaciones de los vientos alisios (IOS ecuatorial), con las anomalías de la TSM en la región ecuatorial central o región Niño 3.4. El mecanismo de Bjerknes (Bjerknes, 1969) es explicado en el boletín de octubre 2015.

Durante el mes de marzo de 2016 el IOS ecuatorial disminuye considerablemente su valor negativo, observándose valores similares a los eventos extraordinarios de 1982-82 y 1997-98 (Figura 7, línea amarilla). Esto tiene relación con la disminución de los vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental (Figura 1, panel derecho; Figura 3, panel izquierdo) y a la vez un fortalecimiento del ASPS (Figura 5, panel derecho). Por otro lado, las anomalías positivas de la TSM en la región 3.4 disminuyeron en $\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ con respecto al mes anterior. Esta es una disminución bastante drástica, considerando que entre noviembre de 2015 y febrero de 2016 las anomalías positivas de la TSM en la región 3.4 solo disminuyeron en $\sim 0.3^{\circ}\text{C}$. Basados en estos resultados y el de boletines anteriores, se sigue sosteniendo que el actual evento El Niño 2015-16 se encuentra en su fase de decaimiento, por lo que se mantiene la evolución hacia condiciones normales en los próximos meses.

Modelo de recarga-descarga, Volumen del Contenido de Calor v/s TSM región 3

La Figura 7 muestra el diagrama de dispersión entre las anomalías del volumen del contenido de calor (eje vertical) y las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central (eje horizontal). Detalles del modelo de recarga-descarga de Jin (1997) se presentan en el boletín de octubre de 2015.

Durante marzo continúa el proceso de descarga del volumen del contenido de calor del Pacífico ecuatorial, como viene siendo notorio desde diciembre de 2015. En el boletín anterior se mencionó que el actual proceso de descarga del contenido de calor posee características similares al evento extraordinario El Niño 1982-83. Sin embargo durante marzo de 2016 el proceso de descarga fue más intenso que durante marzo de 1983. Además, la anomalía positiva de la TSM en la región 3 continúa disminuyendo, siendo inferior al valor registrado en marzo de 1983. Por otra parte, como se mencionó en el boletín anterior, el actual evento no se acerca a los valores ocurridos durante el otro evento extraordinario El Niño de 1997-98. Ya alcanzada la fase madura del actual evento El Niño 2015-16 durante diciembre de 2015, el proceso de descarga propuesto por Jin (1997) continuará durante los próximos meses.

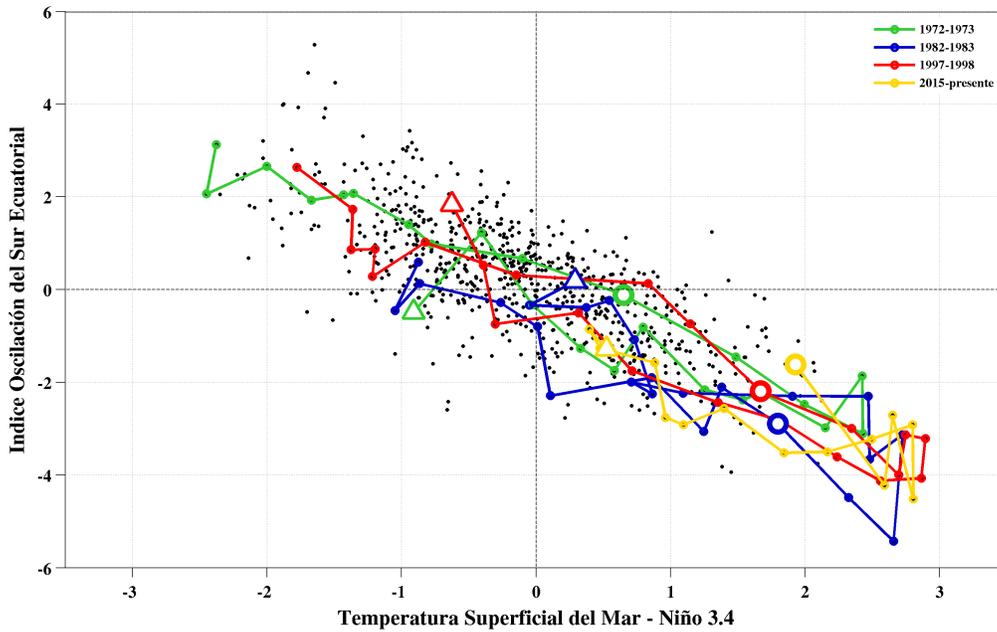


Figura 6. Diagrama de dispersión de los valores mensuales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 [5°S-5°N, 170°W-120°W] y el Índice Oscilación del Sur Ecuatorial (diferencia de presión entre las regiones [80°W - 130°W, 5°N - 5°S] y [90°E - 140°E, 5°N - 5°S]). Los colores representan la evolución de los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 color azul; 1997-98 color rojo); además se incluye el evento de 1972-73 (color verde) y del presente evento 2015-16 (color amarillo). Los triángulos corresponden al comienzo de cada año (enero) y los círculos grandes corresponden al mes actual (marzo) del año siguiente. Fuente de datos : IOS: NCEP-NCAR & TSM – Niño 3.4: ERSST v.4.

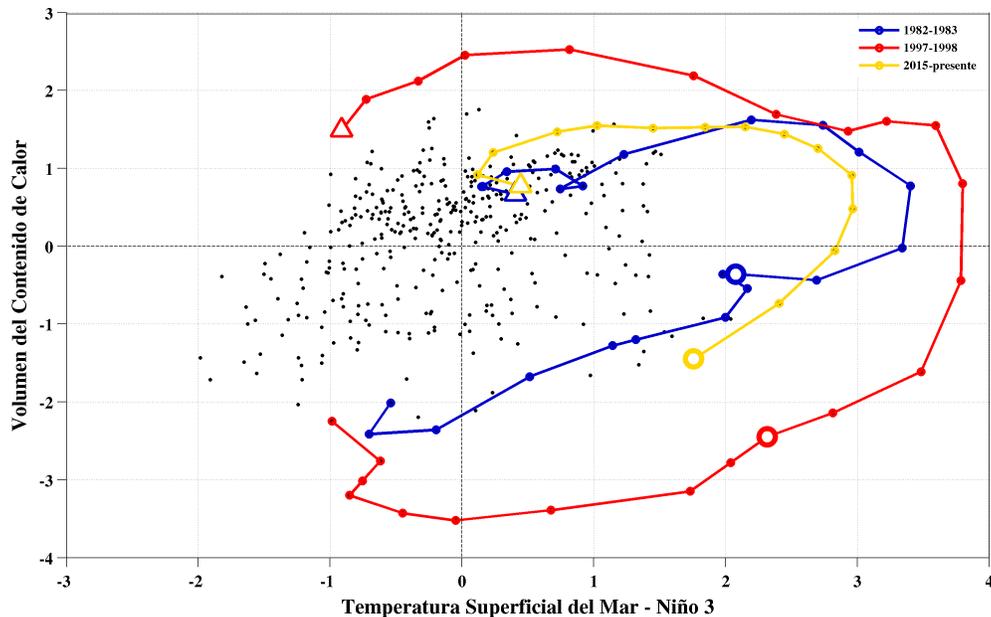


Figura 7. Diagrama de dispersión de los valores mensuales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3 (5°S-5°N, 150°W-90°W) y del Volumen del Contenido de Calor a lo largo del Pacífico ecuatorial. Los colores representan la evolución de los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 color azul; 1997-98 color rojo) y del presente evento 2015-16 (color amarillo). Los triángulos corresponden al comienzo de cada año (enero) y los círculos grandes corresponden al mes actual (marzo) del año siguiente. Fuente de datos: Volumen del Contenido de Calor: TAO Project Office, NOAA/PMEL & TSM - Niño 3: ERSST v.4.

Eventos extraordinarios en el Pacífico oriental v/s eventos del Pacífico central

La evolución de los índices C y E, propuestos por Takahashi y colaboradores (2011), permiten analizar la evolución del actual evento El Niño, de tal manera de determinar si su desarrollo se asemeja a los eventos extraordinarios de 1982-83 y 1997-98. Mayores antecedentes se encuentran en el boletín de octubre de 2015.

El diagrama de dispersión de la Figura 8 muestra que el índice C ha mantenido su valor con respecto a los meses anteriores, es decir, el Pacífico central mantiene anomalías positivas de TSM similares a los meses enero y febrero de 2016. Por otro lado, el índice E también ha mantenido su valor durante marzo, aunque presenta una disminución muy leve. Las conclusiones de estos resultados siguen demostrando, al igual que en los boletines anteriores, que el evento El Niño 2015-16 corresponde a un evento moderado-intenso desarrollado en el Pacífico ecuatorial central, siendo similar al evento El Niño 1972-73 y no a los eventos extraordinarios de 1982-83 y 1997-98.

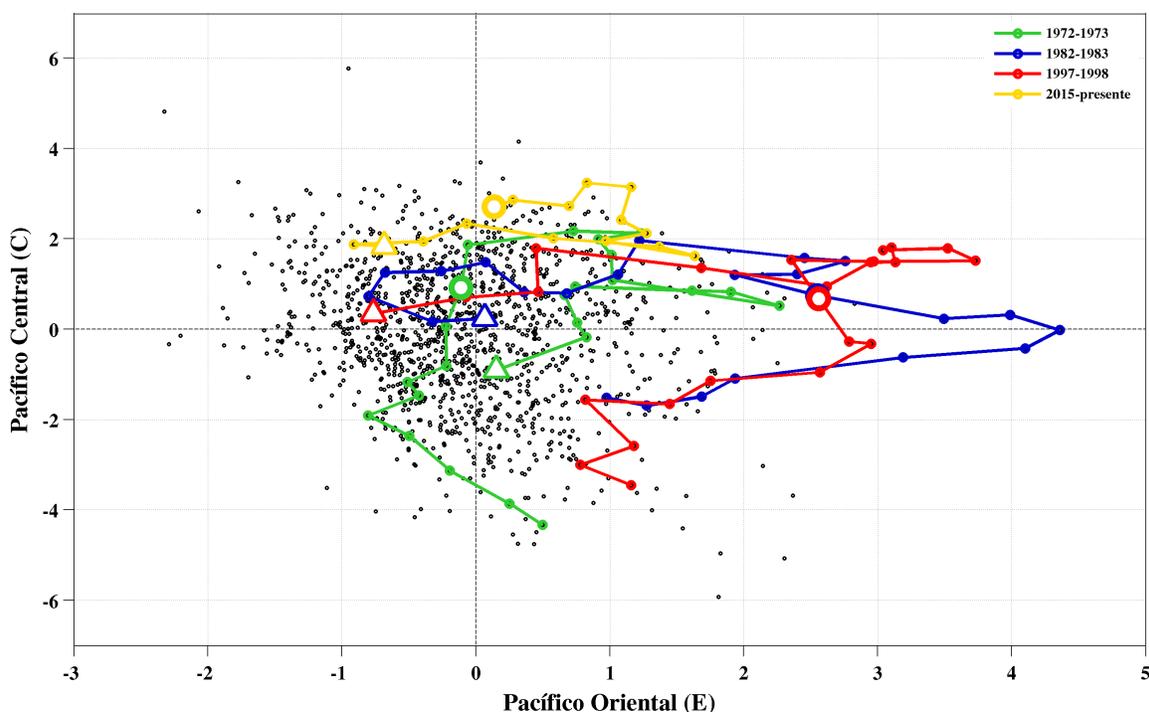


Figura 8. Diagrama de dispersión de los valores mensuales del índice E (Niño 1+2 – 0,5 Niño 4) y el índice C (1,7 Niño 4 – 0,1 Niño 1+2), basados en el trabajo de Takahashi et al., (2011). Los colores representan la evolución de los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 color azul; 1997-98 color rojo); además se incluye el evento de 1972-73 (color verde) y del presente evento 2015-16 (color amarillo). Los triángulos corresponden al comienzo de cada año (enero) y los círculos grandes corresponden al mes actual (marzo) del año siguiente. Fuente de datos: ERSST.v4.

Referencias

1. Bjerknes, J., 1969: Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Mon. Weather Rev.*, 97, 163-172.
2. Jin, F. F., 1997: An equatorial ocean recharge paradigm for ENSO. part I: Conceptual model, *J. Atmos. Sci.*, 54, 811–829.
3. Takahashi, K., A. Montecinos, K. Goubanova and B. Dewitte, 2011: ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophys. Res. Lett.*, 38, L10704, doi:10.1029/2011GL047364.