
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

9 de diciembre de 2015

Resumen Ejecutivo

Se mantiene el desarrollo del evento El Niño 2015-16 a largo del Pacífico ecuatorial, no mostrando señales significativas de debilitamiento. Sin embargo, hacia fines del presente mes aún no se observan anomalías positivas intensas de la temperatura superficial del mar (TSM) a lo largo de las costas de Ecuador, Perú y Chile. Nuevos pulsos de calentamiento hacia las costas de Perú y Chile, gatilladas a principios de octubre, se podrían esperar para inicios de 2016. Este pulso se debería a la propagación de anomalías positivas de temperatura asociadas a una profundización de la termoclina ecuatorial. Como se mencionó el mes anterior, el contenido de calor acumulado durante el proceso de recarga ha finalizado y se observa un evidente incremento de las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial central, superando los 3°C. Se espera que este incremento de las anomalías positivas de la TSM en el Pacífico ecuatorial central se mantenga en los meses de verano. De acuerdo al análisis de los índices C (central) y E (oriental) se ve claramente que el presente evento es más parecido al evento moderado de 1972-73 que a los eventos extraordinarios de 1982-83 y 1997-98. De esta manera, es muy poco probable que el evento El Niño 2015-16 sea extremo.

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 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.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la banda ecuatorial (2°N - 2°S) se mantiene relativamente alta en comparación con lo registrado en 2014. Lo más evidente de este comportamiento es que la TSM superior a 28°C se ha extendido hacia el este. Por ejemplo, la isoterma 29°C en el borde oriental de la poza cálida, se ha extendido de manera sostenida desde 170°W en febrero hasta 130°W en noviembre del presente año. De hecho, el núcleo de la poza cálida (sobre 30°C) se ubica en noviembre entre 180° y 160°W (Figura 1, panel izquierdo). Respecto a la isoterma de 27°C , asociada con fuertes lluvias convectivas en las costas de Ecuador y norte de Perú durante los veranos de años El Niño extraordinario (1982-83 y 1997-98), se mantiene al oeste de 110°W . Durante noviembre de 2015 se mantiene la presencia de fuertes vientos del oeste, aunque esta vez el borde oriental del núcleo de vientos del oeste (colores verdes anaranjados en Figura 1, panel derecho) se ubica 10° hacia el este de su posición en octubre, desde 160°W a 170°W .

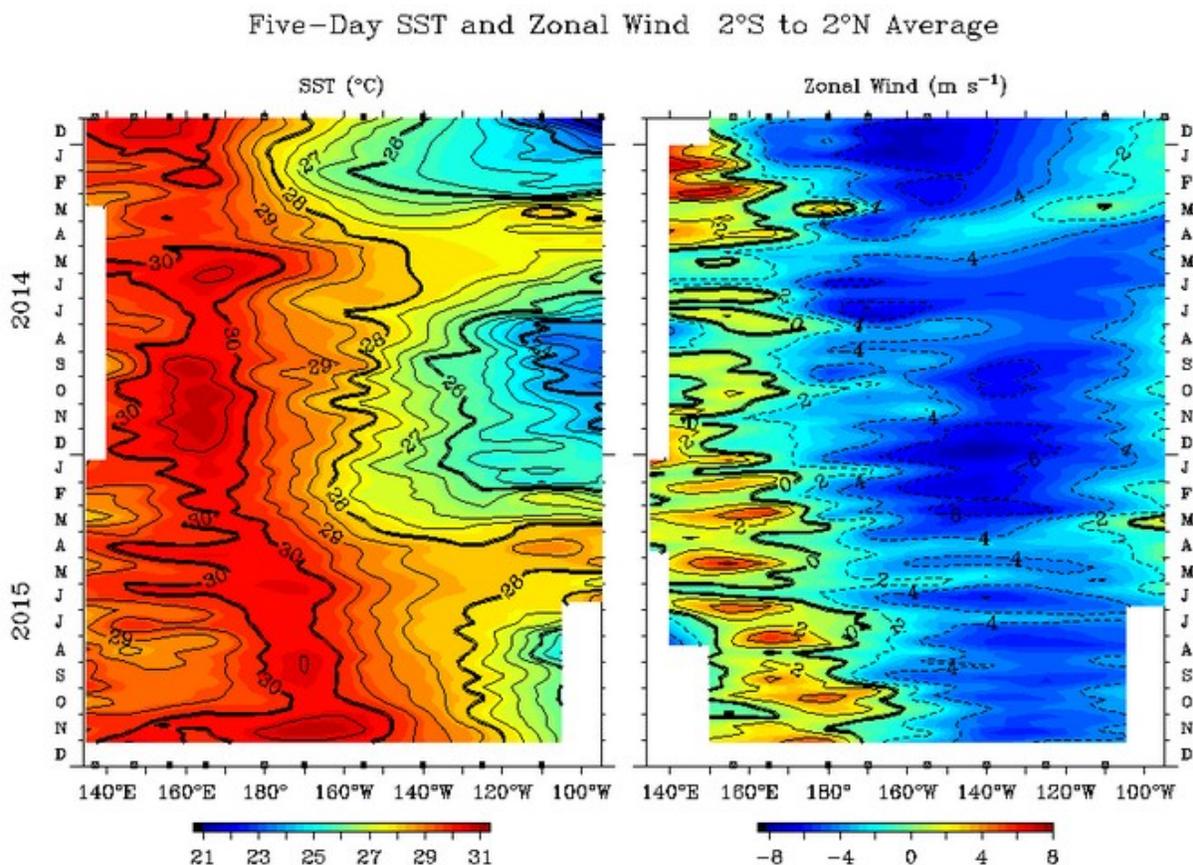


Figura 1. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo del valor absoluto de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, panel izquierdo) y del viento zonal (m/s , panel derecho), entre 2°N - 2°S , desde diciembre de 2013 a comienzos de diciembre de 2015. Fuente: TAO/TRITON.

Anomalías de la TSM y Contenido de calor

Las anomalías de TSM se siguen incrementando durante los últimos meses en la banda ecuatorial (2°N - 2°S), mostrando un calentamiento desde la costa oriental hacia el oeste a partir de mayo, con desviaciones de hasta 3°C sobre el promedio (Figura 2, panel izquierdo). Durante noviembre, las anomalías positivas de la TSM sobre 3°C se desplazaron desde 140°W hasta los 160°W , calentando el Pacífico ecuatorial central. Se aprecia muy bien que el contraste de TSM este-oeste se ha debilitado, con anomalías positivas (negativas) en el sector oriental (occidental) del Pacífico ecuatorial. Este mismo contraste se mantiene durante el mes de noviembre para las anomalías del contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (primeros 300 m de profundidad), la cual ha aumentado desde agosto en el Pacífico ecuatorial oriental (Figura 2, panel derecho). La anomalía positiva máxima del contenido de calor se registró durante noviembre, en torno a 130°W - 120°W . Como se había indicado en el boletín de octubre, se observa una clara propagación de una onda de Kelvin de subsidencia gatillada en octubre a 160°W . Hacia comienzos de diciembre, esta profundización se ubica cerca de 110°W .

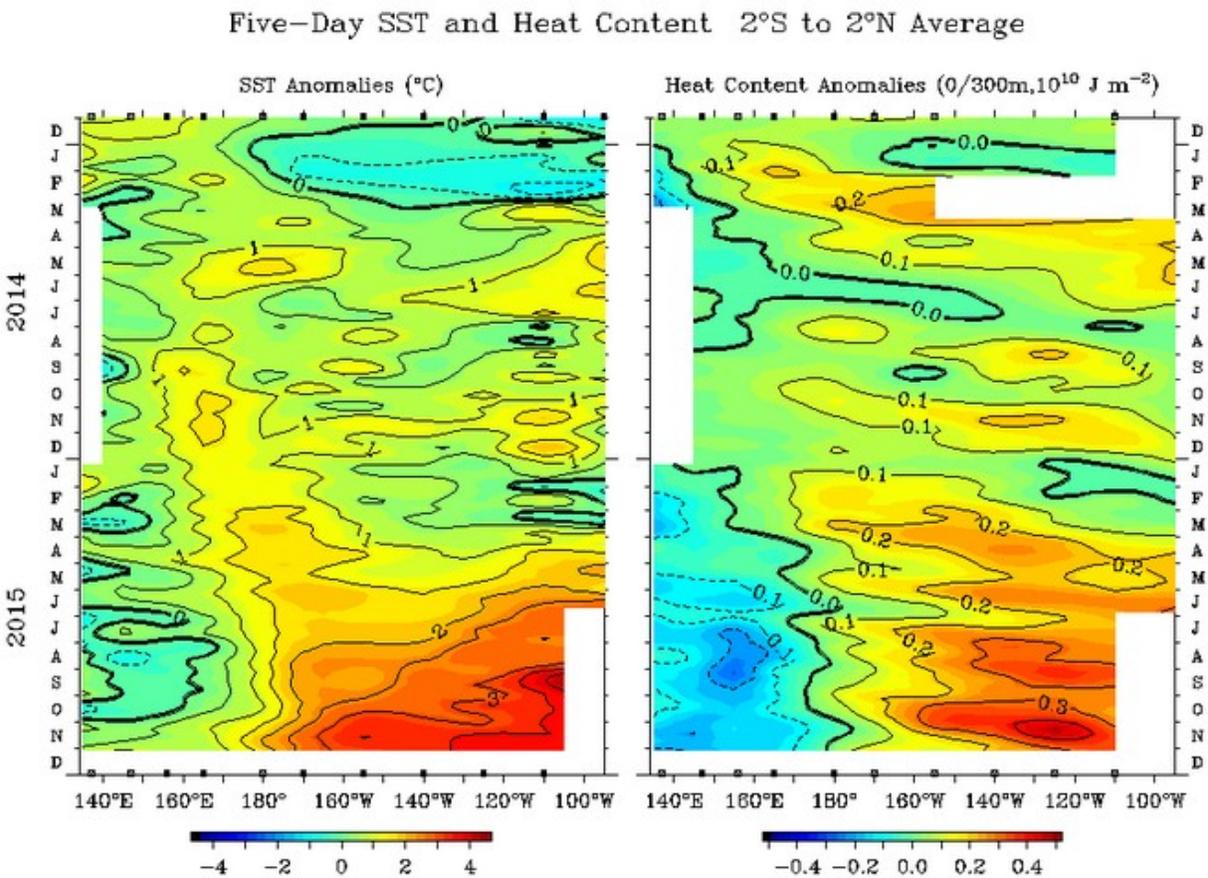


Figura 2. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, panel izquierdo) y del contenido de calor (J/m^2 , panel derecho), entre 2°N - 2°S , desde diciembre de 2013 a comienzos de diciembre de 2015. Fuente: TAO/TRITON.

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

Las anomalías del viento zonal muestran su mayor extensión a casi todo el Pacífico ecuatorial, aunque las mayores anomalías del oeste (positivas) se observan en noviembre centradas en torno a la línea de cambio de fecha (180°), mientras que en octubre se habían extendido hacia 170°W (Figura 3, panel

izquierdo). A pesar de este desplazamiento hacia el oeste, las anomalías del orden de 2 m/s se mantienen en torno a 150°W desde octubre. En el boletín anterior se había indicado la presencia de anomalías positivas de la profundidad de la isoterma de 20°C en torno a 155°W hacia fines de octubre. Se especuló sobre la posibilidad de que fuera un nuevo pulso de hundimiento provocado por los vientos alisios debilitados. Luego de un mes de observaciones, se puede indicar que efectivamente esta propagación ocurrió, y actualmente la onda de Kelvin de subsidencia se presenta en 110°W hacia comienzos de diciembre de 2015. Se mantiene la proyección respecto del arribo de estas anomalías de hundimiento de la termoclina, la que debería llegar hacia la costa hacia fines de diciembre de 2015 y las primeras semanas de enero de 2016.

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

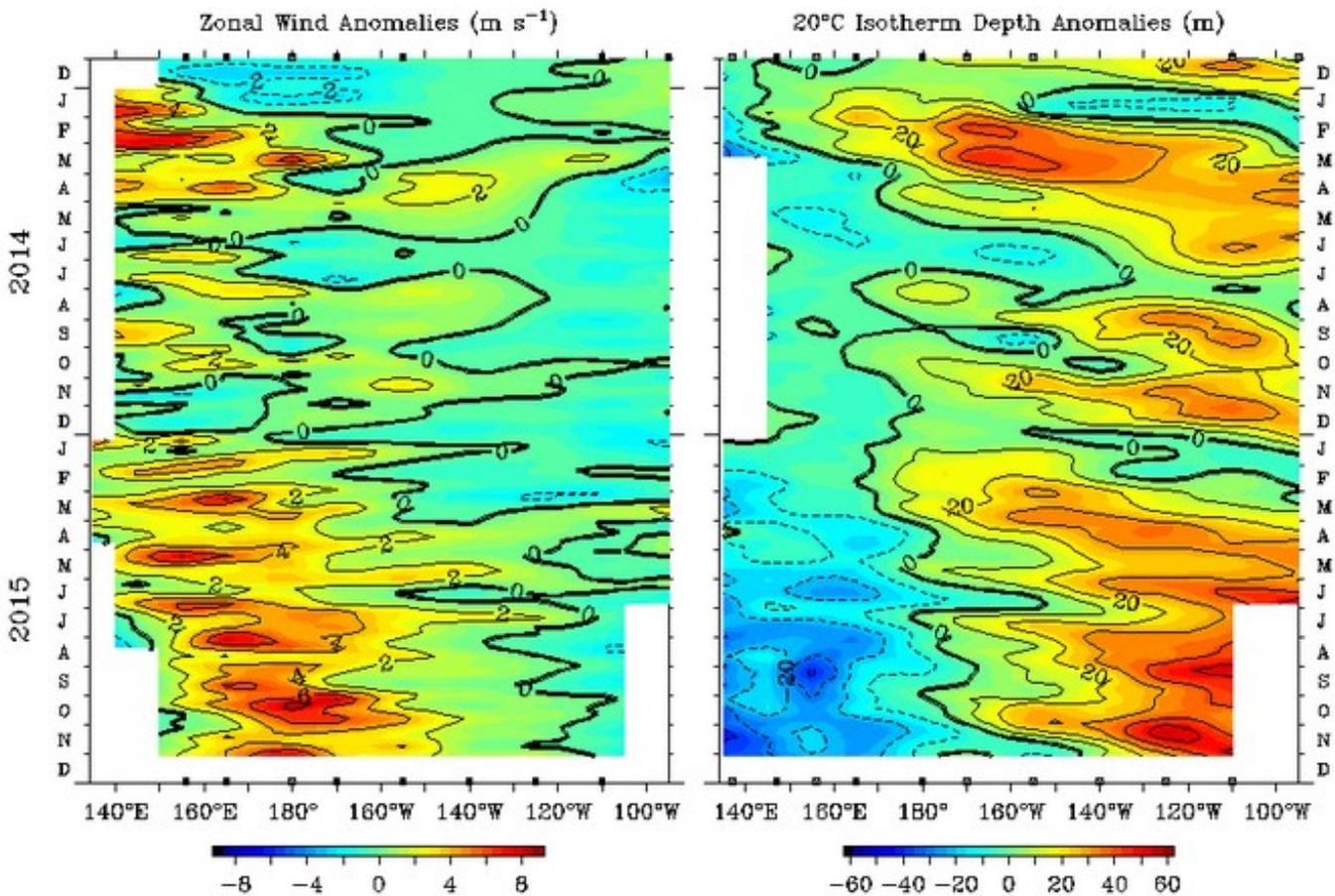


Figura 3. Promedios cada 5 días (pentadas) de la evolución longitud-tiempo de las anomalías del viento zonal (m/s, panel izquierdo) y la profundidad de la isoterma de 20°C (m, panel derecho), entre 2°N-2°S, desde diciembre de 2013 a comienzos de diciembre de 2015. Fuente: TAO/TRITON.

Nubosidad Convectiva

La evolución temporal de las anomalías de la radiación de onda larga emergente (OLR, por su sigla en inglés) se puede interpretar como la presencia (anomalías negativas de OLR) o ausencia (anomalías positivas de OLR) de convección profunda en la zona ecuatorial (Figura 4). Las anomalías negativas se han mantenido al este de 180° durante noviembre para todo el Pacífico ecuatorial central. Esto concuerda con el desplazamiento de la poza cálida hacia el Pacífico ecuatorial central.

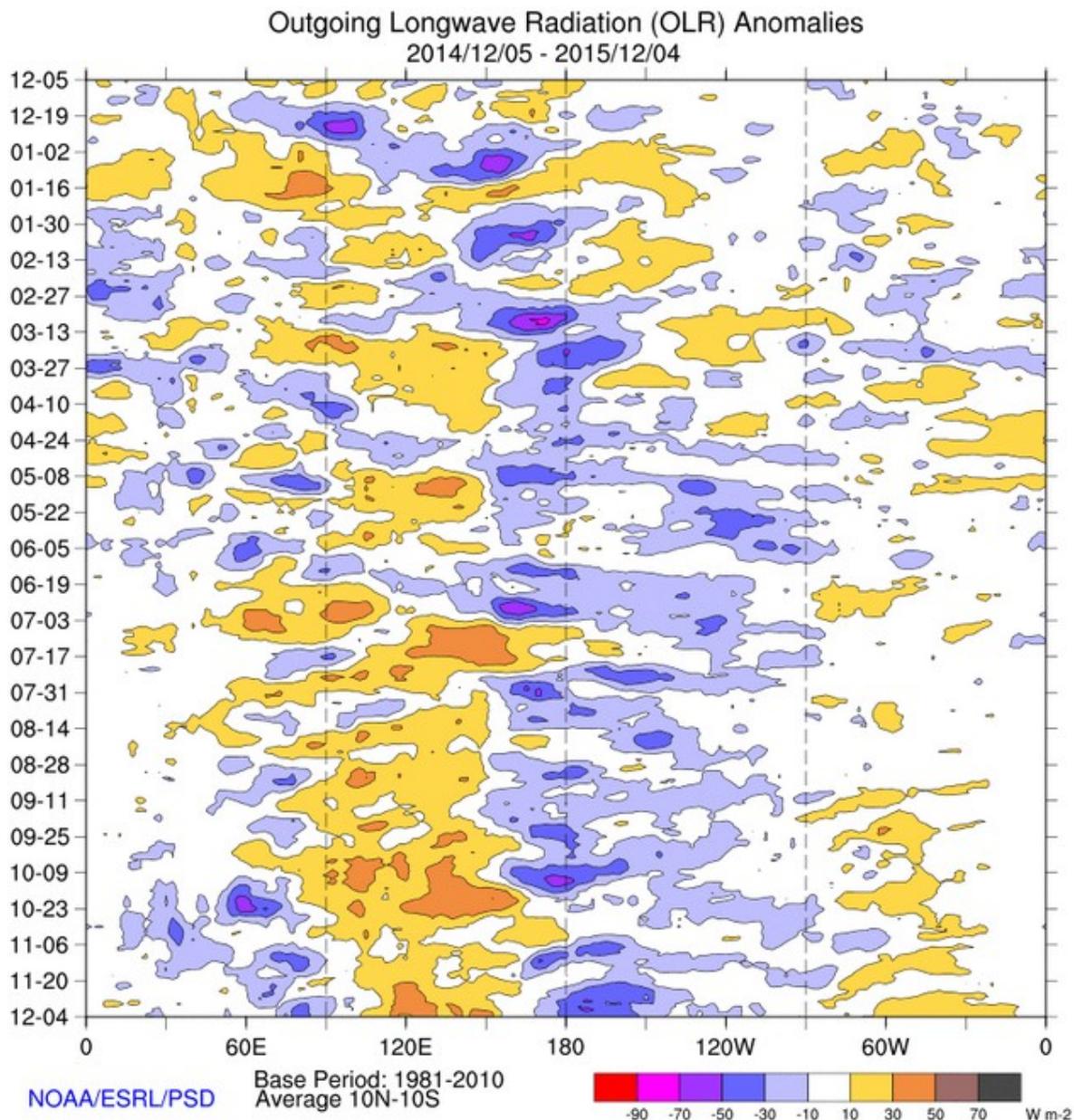


Figura 4. Evolución longitud-tiempo de las anomalías de radiación de onda larga emergente (W/m²) para toda la banda ecuatorial entre 10°N-10°S, entre el 5 de diciembre de 2014 y el 4 de diciembre de 2015. Fuente: NOAA/ESRL/PSD.

Cuenca del Pacífico (TSM-OLR-Vientos)

Durante noviembre de 2015 se mantienen las anomalías positivas de TSM, el debilitamiento de los vientos alisios al este de 180°, junto con mayor convección sobre esta misma región (Figura 5). Todas estas anomalías son típicas de un evento El Niño que se está desarrollando más en el Pacífico ecuatorial central que oriental. Además se observa la proyección de las anomalías negativas de OLR hacia el Pacífico extraecuatorial en torno a 20°S y 120°W, lo que se puede interpretar como un desplazamiento anómalo de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur (ZCPS) hacia el este, típico de un evento El Niño. Coincidente con el desplazamiento de la ZCPS hacia el este se observó durante noviembre una

intensificación de los alisios hacia el este de esta región, lo que se observa incluso cerca de las costas de Sudamérica. Hacia las costas de Ecuador, Perú y norte de Chile, se mantienen leves anomalías positivas de la TSM. Aún más, si se comparan las anomalías de noviembre respecto de las anomalías de octubre de 2015, se puede ver un debilitamiento de las anomalías positivas de TSM.

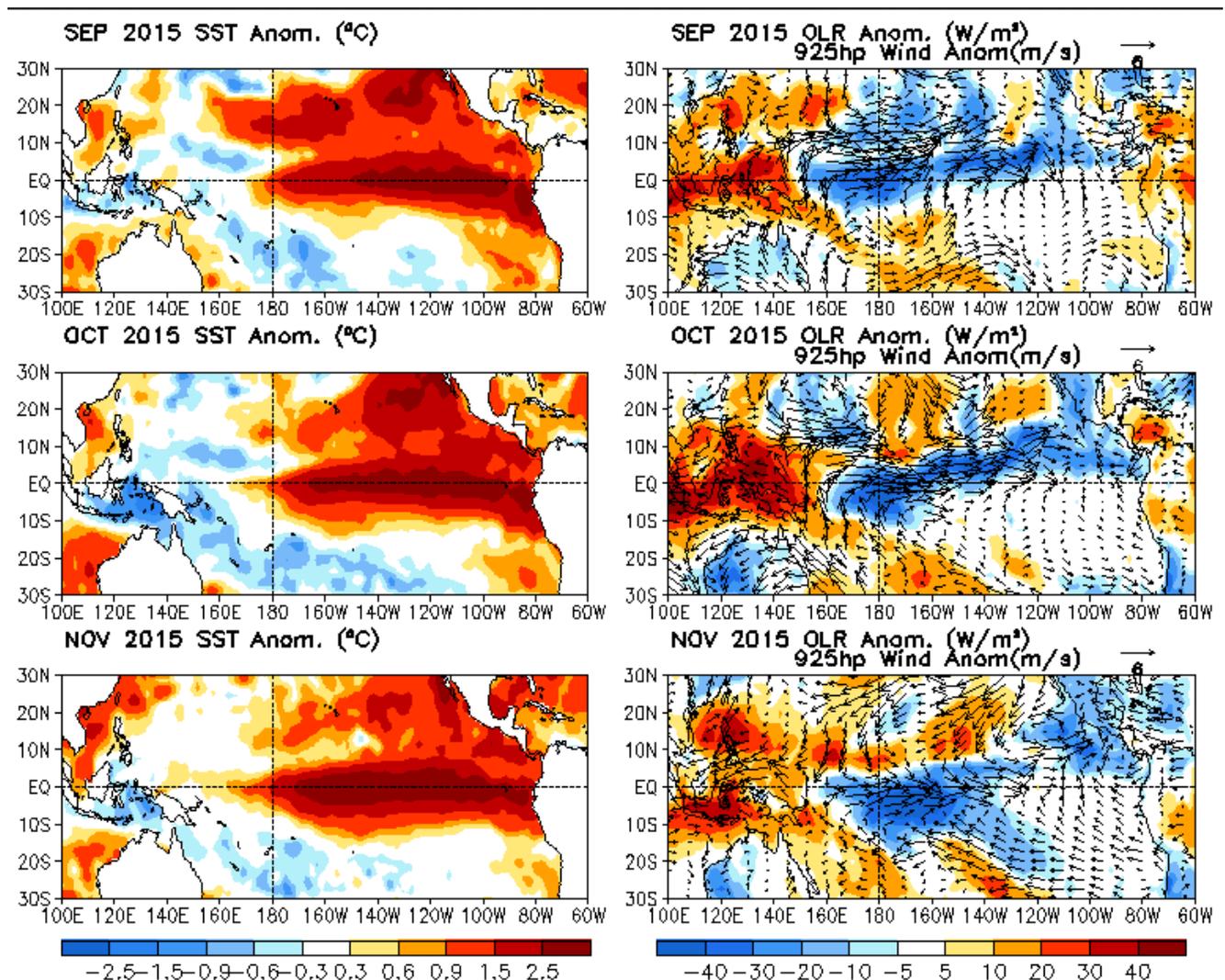


Figura 5. Evolución de los últimos 3 meses de las anomalías de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$, colores panel izquierdo), radiación de onda larga emergente (W/m^2 , colores panel derecho) y viento a 925 hPa (m/s , vectores panel derecho). Septiembre (panel superior), octubre (panel medio), noviembre de 2015 (panel inferior). 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 noviembre el IOS ecuatorial se mantiene negativo, aunque ya no se está intensificando. En agosto pasado el IOS alcanzó los valores más negativos. Lo que es notable es que en noviembre la anomalía de TSM en la región Niño 3.4 alcanzó valores similares a lo observado en noviembre de 1997, con valores levemente inferiores a 3°C. A diferencia de los eventos extraordinarios, el actual evento El Niño parece haber ya alcanzado el mayor debilitamiento de los vientos alisios, aunque con un calentamiento muy intenso en el Pacífico ecuatorial central.

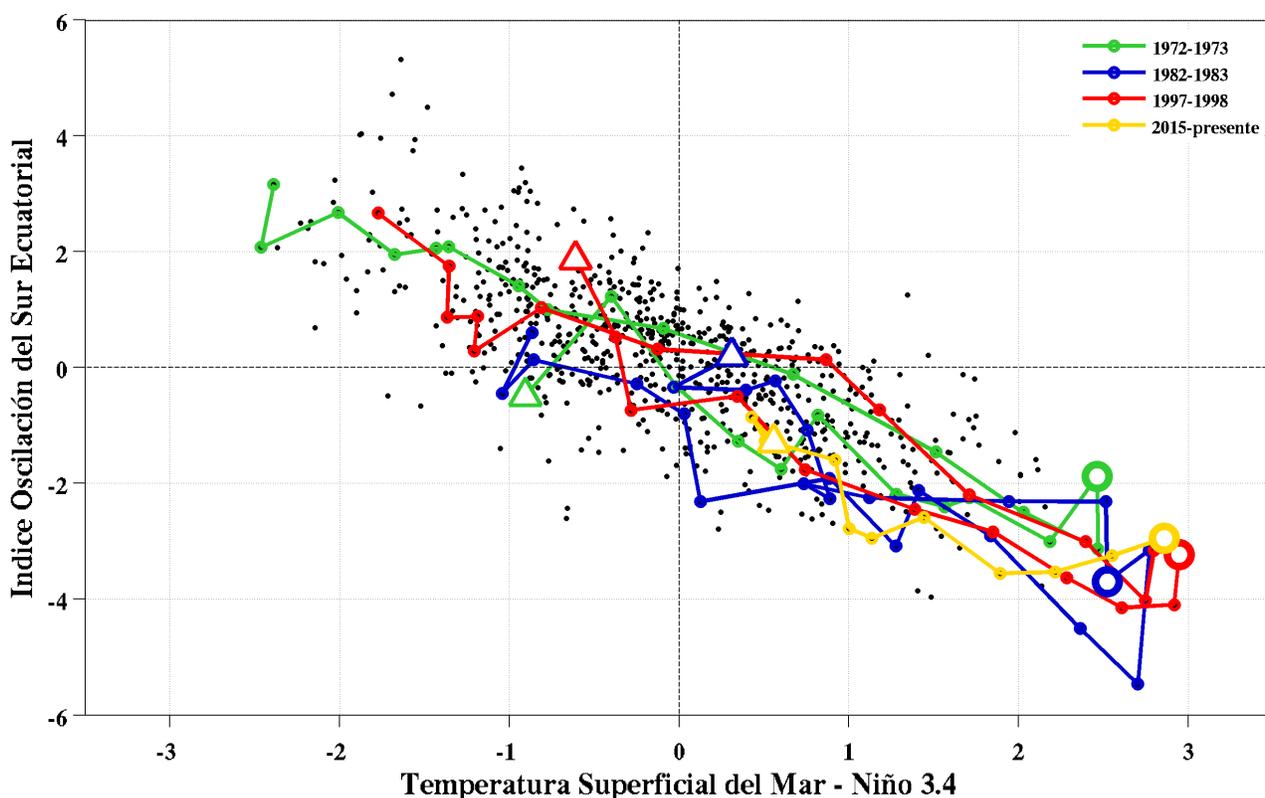


Figura 6. Diagrama de dispersión de los valores mensuales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 (5°S-5°N, 170°W-120°W) y el Índice Oscilación del Sur Ecuatorial (diferencia de presión entre las regiones [80°W - 130°W, 5°N - 5°S] y [90°E - 140°E, 5°N - 5°S]). Los colores 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 (noviembre) del mismo año. Fuente de datos : IOS: NCEP-NCAR & TSM - Niño 3.4: ERSST v.4.

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.

La máxima recarga de calor del Pacífico ecuatorial se observó en agosto de 2015 (Figura 7). A partir de entonces, se ha observado una paulatina disminución del contenido de calor, mientras que las anomalías de TSM en la región Niño 3 mantienen una tendencia positiva. Hacia noviembre de 2015, la anomalía de TSM es del orden de 3°C , comparable con noviembre de 1982, pero muy lejos de compararse con noviembre de 1997. Es importante destacar que la diferencia entre las regiones Niño 3,4 (anomalía de TSM en la Figura 6) y Niño 3 (en Figura 7), es fundamentalmente la extensión hacia el este. La región 3 está más extendida hacia el este, incorporando las anomalías en la región 120°W y 90°W . Así, la mayor diferencia entre el actual evento El Niño y los eventos extraordinarios se debe a la menor tasa de anomalías positivas de TSM en el Pacífico ecuatorial oriental.

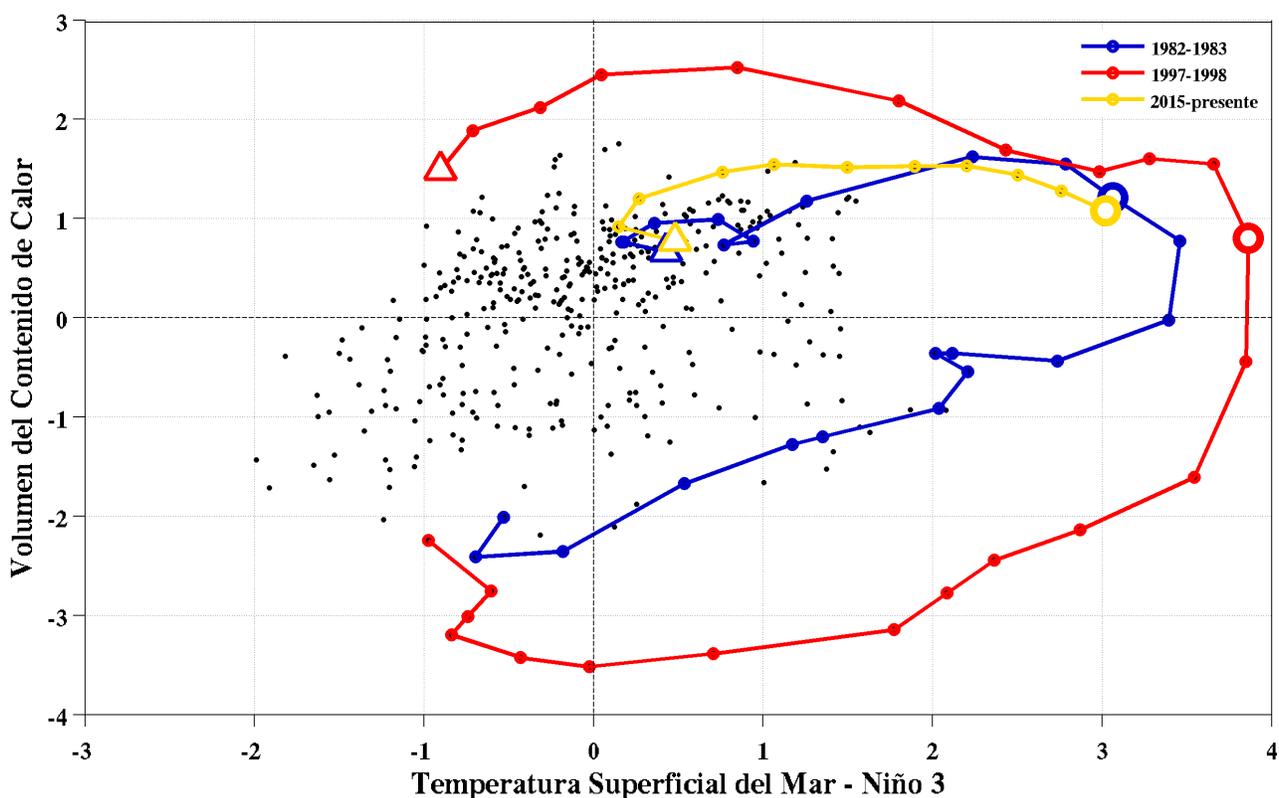


Figura 7. Diagrama de dispersión de los valores mensuales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3 (5°S - 5°N , 150°W - 90°W) y del Volumen del Contenido de Calor a lo largo del Pacífico ecuatorial. Los colores representan la evolución de los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 color azul; 1997-98 color rojo); 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 (noviembre) del mismo año. 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. Respecto de esto, ver el análisis hecho por Ken Takahashi, Instituto Geofísico del Perú, en climate.gov de la NOAA-USA, escrito el 24 de agosto de 2015: <https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/one-forecaster%E2%80%99sview-extreme-el-ni%C3%B1o-eastern-pacific>

Al igual que en octubre de 2015, el evento 2015-16 parece desarrollarse más en el Pacífico ecuatorial central (creciendo en el índice C) que en el oriental (índice E). Se observa que en noviembre de 2015 se incrementó mucho más la anomalía del índice C que E, siendo el presente evento más parecido al evento moderado de 1972-73 que a los eventos extraordinarios de 1982-83 y 1997-98.

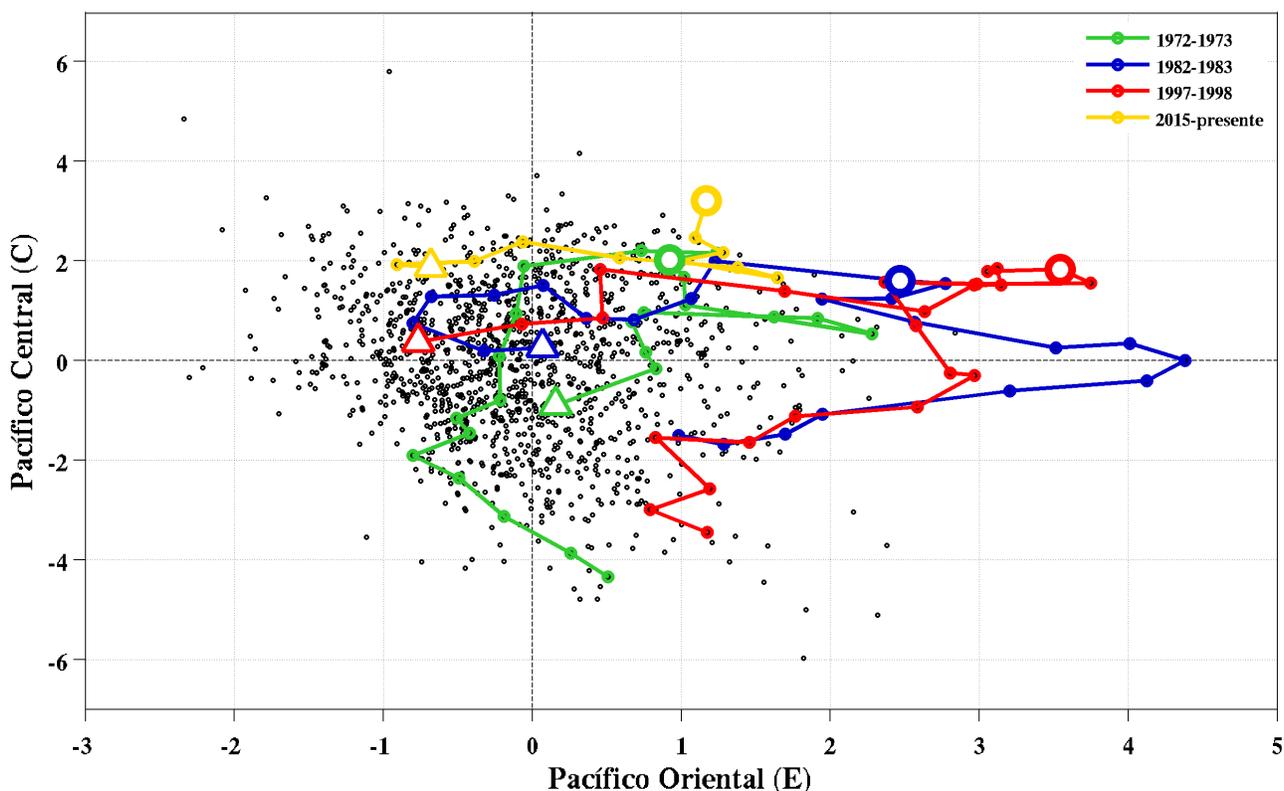


Figura 8. Diagrama de dispersión de los valores mensuales del índice E (Niño 1+2 – 0,5 Niño 4) y el índice C (1,7 Niño 4 – 0,1 Niño 1+2), basados en el trabajo de Takahashi et al., (2011). Los colores representan la evolución de los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 color azul; 1997-98 color rojo); 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 (noviembre) del mismo año. Fuente de datos: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 4 (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.