

**PP 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres" Producto:
"Entidades informadas en forma permanente y con pronóstico de la ocurrencia del
Fenómeno El Niño"**

**Actividad: "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la
ocurrencia del Fenómeno El Niño"**

Instituto Geofísico del Perú

**INFORME TÉCNICO Nº PpR/El Niño-IGP/2015-12
07/01/2016**

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para el Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). El pronunciamiento colegiado del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

Resumen

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), las condiciones climáticas de la costa peruana fueron cálidas fuertes (2.18°C) para el mes de noviembre, manteniéndose la presencia de El Niño Costero de magnitud Fuerte. Los valores temporales del ICEN, 1 y 2, indican para los meses de diciembre y enero condiciones Cálida Fuerte y Cálida Moderada, respectivamente. El pronóstico de la temperatura superficial del mar de los modelos numéricos internacionales para la región del Pacífico oriental, con condiciones iniciales del mes de diciembre, indican en promedio que los estados climáticos se ubicarían en el rango de moderadas para los meses de enero y febrero de 2016. Estos mismos resultados numéricos predicen que para el Pacífico central las condiciones serían Cálidas Muy Fuertes para esos meses.

Existen pulsos de viento del oeste entre 150°E y 180 que se dieron en la segunda quincena de diciembre, y que se habrían proyectado en una onda Kelvin cálida. Esta onda debe alcanzar el extremo oriental a partir del mes de febrero, aunque por el momento su magnitud es menos intensa que la de las ondas anteriores.

Introducción

Empezando el año 2014, en el marco del programa presupuestal 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres", algunas instituciones que conforman el Comité Multisectorial para el Estudio del Fenómeno El Niño (ENFEN), bajo la coordinación del IMARPE, participan en el producto "Entidades informadas en forma permanente y con pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", en el cual el IGP contribuye con la actividad denominada "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño". El presente informe técnico es generado en el marco de esta actividad, el cual es entregado al IMARPE, como coordinador del producto, para ser utilizado como insumo en la evaluación periódica que realiza el

ENFEN. El informe técnico generado posteriormente por el ENFEN será la información oficial sobre el monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y asociados en el Perú.

Índice Costero El Niño

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2, actualizados hasta el mes de diciembre de 2015 del producto ERSST v3b generados por el *Climate Prediction Center (CPC)* de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, EEUU)*, se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de noviembre de 2015. Es importante mencionar que desde el mes de octubre se está utilizando los datos grillados en formato netCDF disponibles en <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/ersst/v3b> para este cálculo, dado que estos datos son actualizados con más anticipación que las series de índices. Los valores se muestran en la Tabla 1.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones costeras del Mes
2015	Agosto	2.15	Cálida Fuerte
2015	Setiembre	2.07	Cálida Fuerte
2015	Octubre	2.23	Cálida Fuerte
2015	Noviembre	2.18	Cálida Fuerte

Tabla 1. Valores recientes del ICEN.
(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Según el valor del ICEN para el mes de noviembre, se establece que continúa la presencia de El Niño costero de magnitud fuerte, el cual se inició en abril del 2015

Para los meses más recientes se generan versiones preliminares y temporales de este índice (ICENtmp) combinando ERSST con otras fuentes. Estos valores sirven como una referencia.

Año	Mes	ICENtmp	Condiciones costeras del mes	Fuente
2015	Diciembre	2.03	Cálida Fuerte	2015/11-12: ERSST; 2016/01: NMME
2016	Enero	1.68	Cálida Moderada	2015/12: ERSST; 2016/01-02:NMME

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENtmp)

Según estos valores del ICENtmp, se estima que en diciembre de 2015 y enero de 2016 las condiciones serían CÁLIDAS FUERTES y CÁLIDAS MODERADAS respectivamente. El ICENtmp de diciembre será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de enero de 2016.

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Para el mes de diciembre el Pacífico Ecuatorial refleja el desarrollo del fenómeno El Niño 2015. En este mes, el Pacífico central continúa mostrando un acoplamiento del océano y atmósfera de gran escala pero con menor intensidad. Las ATSM en Niño 3.4 son muy cercanas, en promedio, a las de 1997 (ver Figura 6b). En la región Niño 1+2 la ATSM está bastante por debajo de lo observado en 1997 y 1982, pero es superior a las condiciones de 1972 (ver Figura 6a). Las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) descendieron y muestra una tendencia hacia la normalización como en los años 82 y 97 (Figura 2). Finalmente, la convección en el Pacífico central-oriental sigue activa pero, a pesar que se incrementó durante el mes de diciembre, no alcanza los valores de 1992 y 1997 (Figura 1). La termoclina en el Pacífico oriental (110°W, 95°W), a pesar de estar más profunda de lo normal como consecuencia de la menor inclinación de la termoclina ecuatorial, no se asemeja a la observada en los años 1982 y 1997 (Figura 4) y (Figura 5). La anomalía de vientos del sudeste (SE) ha estado, en promedio, durante el año, más fuerte que en 1982 y 1997, probablemente por la fase decadal fría en esta región (Figura 7). Hay que indicar que durante el mes de diciembre la profundidad promedio de la termoclina ecuatorial continuó disminuyendo hasta alcanzar valores por debajo de su climatología. Esto podría interpretarse como la fase de descarga que marcaría aparentemente el proceso de finalización de El Niño (Figura 3).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

En el presente mes, los productos de ARGO (Figura 12c), JASON-2 (Figura 12d) y del modelo lineal (Figura 12e) muestran que, la onda Kelvin cálida que se formó debido a pulsos de vientos del oeste en la segunda quincena de setiembre y que se fortaleció, en su evolución hacia el extremo oriental, en el mes de octubre; continuó su impacto en el Pacífico Ecuatorial en el mes de diciembre con una disminución de su señal en la última quincena. La termoclina en el extremo oriental (95°W) mostró en promedio una profundización de 30m, siendo menor en la última semana del mes (Figura 4) Por otro lado, existen pulsos de viento del oeste entre 150°E y 180° que dieron en la segunda quincena de diciembre que se habrían proyectado en una onda Kelvin cálida, tal como se observa en los datos de ARGO y JASON. Esta onda debe alcanzar el extremo oriental a partir del mes de febrero, aunque por el momento su magnitud es menos intensa que la de las ondas anteriores.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para el verano 2015-2016, los pronósticos de la anomalía de TSM en el Pacífico oriental (Niño 1+2, ICEN) 1 de 8 modelos indican condiciones fuertes y 6 de 8 modelos condiciones moderadas, el modelo ECMWF indica condiciones débiles. (Ver Tabla 3 y Figura 14). Para el caso particular del modelo de ECMWF, este presenta un mayor rango que los otros modelos, indicando condiciones desde extraordinarias hasta frías en sus miembros (Figura 15). Por otro lado, en el Pacífico central (Niño 3.4) los modelos indican que las condiciones estarán en promedio en el rango de "cálida muy fuerte" para los meses de febrero y marzo, (Figura 16); las condiciones para los trimestre Enero- Marzo y Abril- Junio 2016 serían muy fuerte y moderado respectivamente (Ver figuras 17 y 18).

Modelo	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2	1.95	1.29	1.22	1.05	1.14	1.13	0.92
CMC1	1.82	1.44	1.17	1.00	0.83	0.59	0.24
CMC2	1.98	1.69	1.46	1.38	1.37	1.29	0.89
GFDL	2.04	1.66	1.32	1.00	0.95	0.84	0.74
NASA	2.28	2.05	1.73	1.48	1.35	1.05	0.69
GFDL_FLOR	1.96	1.54	1.18	0.89	0.71	0.37	-0.01
NCAR_CCSM4	2.11	1.83	1.46	0.99	0.51	0.15	-0.09
NMME	2.02	1.64	1.36	1.11	0.98	0.77	0.48
ECMWF		1.5	1.3	0.9	0.7	0.3	
ICENtmp	2.03						

Tabla 3. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de diciembre de 2015

Modelo	Magnitud
CFS2	Moderado
CMC1	Moderado
CMC2	Moderado
GFDL	Moderado
NASA	Fuerte
GFDL_FLOR	Moderado
NCAR_CCSM4	Moderado
NMME (prom)	Moderado
ECMWF	Débil
OBSERVADO	Fuerte

Tabla 4. Pronósticos de magnitud de El Niño costero para el verano (diciembre 2015 –marzo 2016) según los modelos climáticos con condiciones iniciales de diciembre de 2015.

Conclusiones:

1. El ICEN para noviembre de 2015 fue de 2.18 (Cálida fuerte). Asimismo, el ICENtmp para diciembre de 2015 es 2.03 (Cálida Fuerte) y enero de 2016 es de 1.68 (Cálida Moderada).
2. La onda Kelvin cálida; la cual se formó debido a pulsos de vientos del oeste en la segunda quincena de setiembre y que se fortaleció, en su evolución hacia el extremo oriental, en el mes de octubre; continuó su impacto en el Pacífico Ecuatorial en el mes de diciembre con una disminución de su señal en la última quincena. Por otro lado, existen pulsos de viento del oeste entre 150°E y 180° que dieron en la segunda quincena de diciembre que se habrían proyectado en una onda Kelvin cálida, tal como se observa en los datos de ARGO (termoclina) y JASON (altura del nivel del mar). Esta onda debe alcanzar el extremo oriental a partir del mes de febrero, aunque por el momento su magnitud menos intensa que la de las onda anterior.
3. Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), 6 de 8 modelos inicializados en diciembre indican que el mes de enero presentaría condiciones cálidas moderadas (2 de 8 indica fuerte). Según los datos observados el pico habría sido en octubre del 2015. Para el verano 2015-2016, todos los modelos predicen menores anomalías de TSM (condiciones moderadas 6 de 8 modelos y condición fuerte 1 de 8 modelos). Los modelos GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 y ECMWF indica fin del evento en el mes de mayo.
4. Para el Pacífico central (Niño 3.4), todos los modelos que han sido considerados, y que fueron inicializados en diciembre, indican que El Niño alcanzaría una magnitud muy fuerte hasta fines de 2015 para luego decaer a lo largo de los primeros meses de 2016.
5. En la segunda quincena de diciembre la magnitud de la ATSM y su tendencia en Niño 3.4 es similar a la de los años 1997 y 1982. Asimismo, en la zona Niño 1+2 la ATSM también muestra una tendencia negativa en todo el mes de diciembre, pero su magnitud continúa inferior a la de los años 1997 y 1982, incluso se aproxima a los valores del año 1972.
6. Las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) continúan debilitándose en el mes de diciembre, pero con valores similares a la de los años 82 y 97, aunque sin haber mostrado valores picos como en noviembre de 1982 u octubre de 1997.
7. La convección en el Pacífico central-oriental sigue activa y continuó incrementándose en el mes de diciembre, pero sustancialmente más débil que en 1982 y 1997, pero por encima del año 1991. En el Pacífico central, la convección mostró un pico record en diciembre, pero esto no se reflejó en el viento del oeste (ver arriba).
8. La termoclina en el Pacífico oriental (125W, 110W, 95W) continúa anómalamente profunda, pero en promedio con una tendencia a la normalización. Igualmente, la termoclina está más inclinada hacia el este que lo normal, pero sustancialmente menos que en 1997 (no hay dato para 1982). Por otro lado, la profundidad promedio de la termoclina ecuatorial (sin contenido de calor) muestra anomalías negativas con tendencia a la descarga, similar al año 1997
9. Los vientos alisios del SE continuaron intensos en diciembre, sustancialmente más fuertes que en 1982 y 1997 (aparentemente por la fase decadal fría en esta región).

Referencias

- Aparco J., K. Mosquera y K. Takahashi, 2014: Flotadores Argo para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Mayo, 1, 5.
- Barnston, A., Tippett, M., L'Heureux, M., Li, S., DeWitt, D., 2012: Skill of Real-Time Seasonal ENSO Model Predictions during 2002-11: Is Our Capability Increasing? *Bull. Amer. Met. Soc.*, 93, 5, 631-351.
- ENFEN 2012: Definición operacional de los eventos "El Niño" y "La Niña" y sus magnitudes en la costa del Peru. *Nota Técnica ENFEN*.
- Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E. y Mosquera, K., 2008: El Niño – related precipitation variability in Perú, *Advances in Geosciences*, 14, 231-237.
- Lavado, W. y Espinoza, J. C., 2014: Entendiendo los impactos de diferentes tipos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Marzo, 1, 3, 4-7.
- Machuca, R., 2014. Cálculo de daños económicos potenciales en viviendas por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño: caso norte peruano. Tesis para optar el título profesional de Economía. Universidad Nacional del Callao.
- Machuca, R., Takahashi, K., y Martínez, A. G., 2014: Impactos económicos de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones en la costa norte del Perú, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Diciembre, 1, 12, 4-8.
- McPhaden, M. J., 2012: A 21st Century Shift in the Relationship between ENSO SST and Warm Water Volume Anomalies. *Geophys. Res. Lett.*, 39, L09706, doi:10.1029/2012GL051826.
- Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mosquera, K. 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín mensual "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, No1, enero.
- Mosquera, K., D. Pareja y K. Takahashi, 2014: Altimetría Satelital para el monitoreo de la onda Kelvin ecuatorial en el Océano Pacífico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Abril, 1, 4.
- Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. *Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 5, 9, p.

55.

- Mosquera, K., D. Pareja y K. Takahashi, 2014: Altimetría Satelital para el monitoreo de la onda Kelvin ecuatorial en el Océano Pacífico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Abril, 1, 4.
- Reupo, J., 2011: Evaluación y desarrollo de metodologías para el pronóstico estacional de anomalías de la temperatura en el mar peruano asociadas al Fenómeno El Niño y otros. *Compendio de trabajos de investigación realizado por estudiantes*. Vol. 12. Instituto Geofísico del Perú.
- Reupo, J. y Takahashi, K., 2014: Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 8-9.
- Takahashi, K., 2014: Variedades de El Niño, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Febrero, 1, 2, 4-7.
- Takahashi, K., K. Mosquera, D. Pareja, J. Reupo y J. Aparco, 2014: Monitoreo del Pacífico ecuatorial, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Marzo, 1, 3, 8-10.
- Takahashi, K., y Dewitte, B., Strong and moderate nonlinear El Niño regimes, *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-015-2665-3

Nota: Los Boletines Técnicos del IGP citados se pueden encontrar en:
<http://www.met.igp.gob.pe/elniño/>

Equipo

Ken Takahashi, Ph.D. (responsable)
Kobi Mosquera, Dr.
Jorge Reupo, Bach.
Berlín Segura, Lic.

Agradecimientos

A la Dra. Emily Becker (NOAA) y al Dr. Ben Kirtman (RSMAS) por su apoyo con los datos del proyecto NMME, a la Dra. Michelle L'Heureux (NOAA CPC) por su apoyo con los datos de Niño 1+2 para el cálculo del ICEN.

Figuras

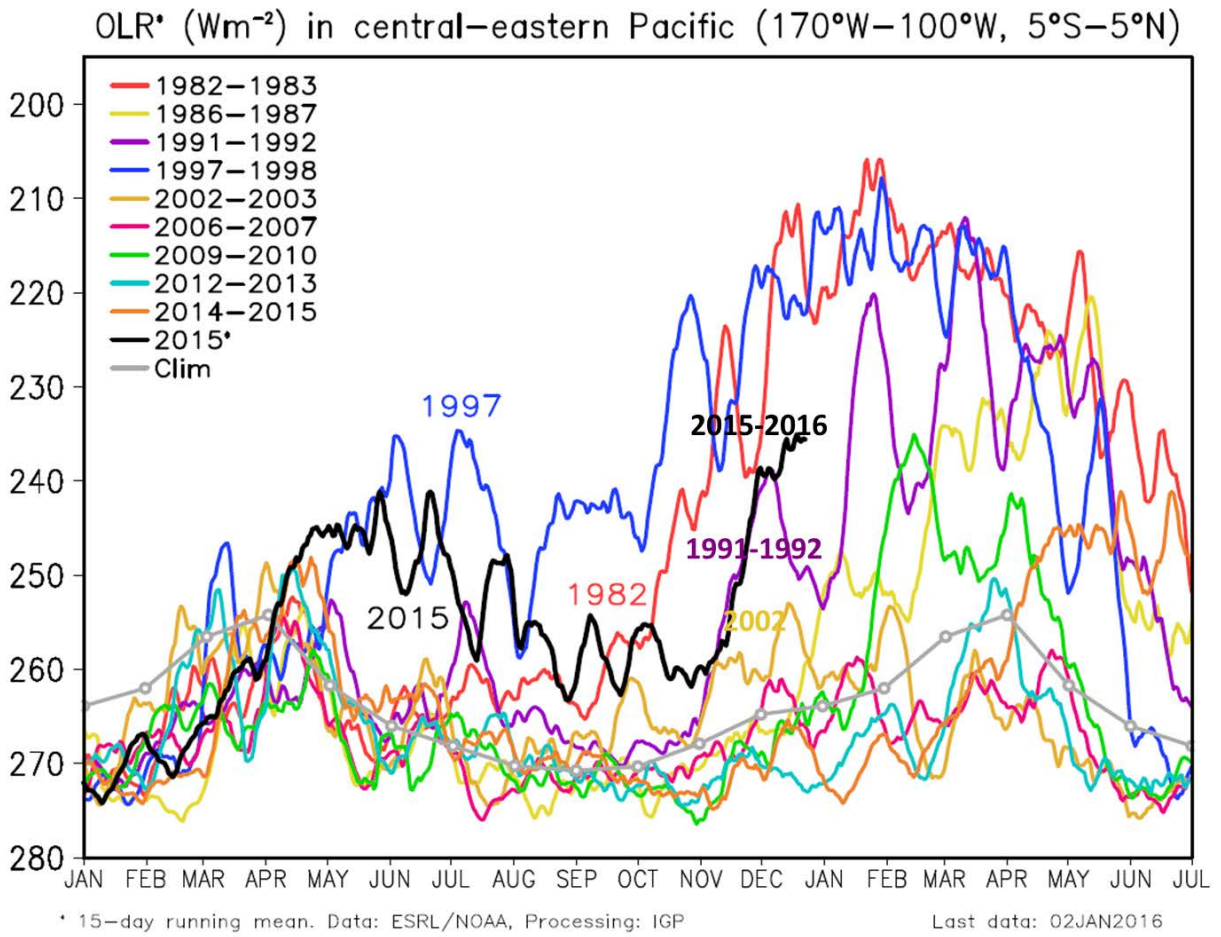


Figura 1. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}-100^{\circ}W$ y $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP

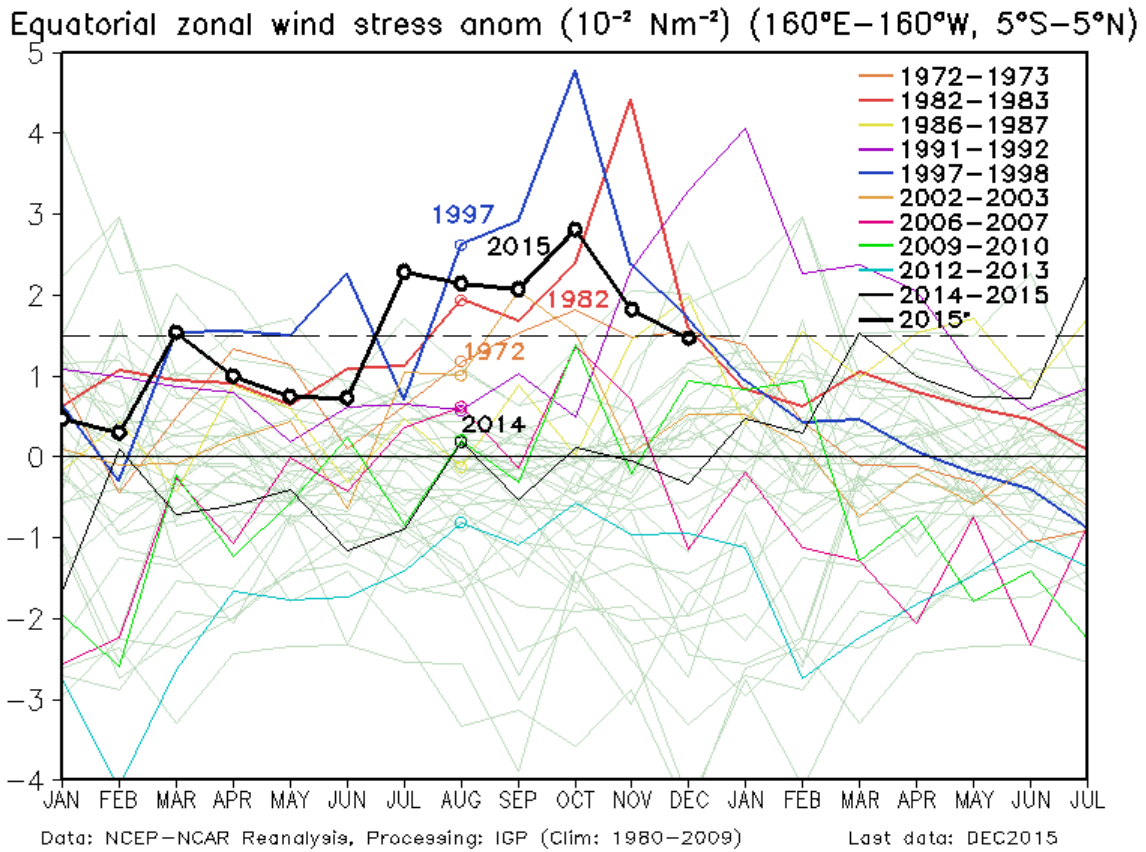


Figura 2. Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ($160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) obtenido de los datos del reanálisis de NCEP-NCAR. Elaboración: IGP

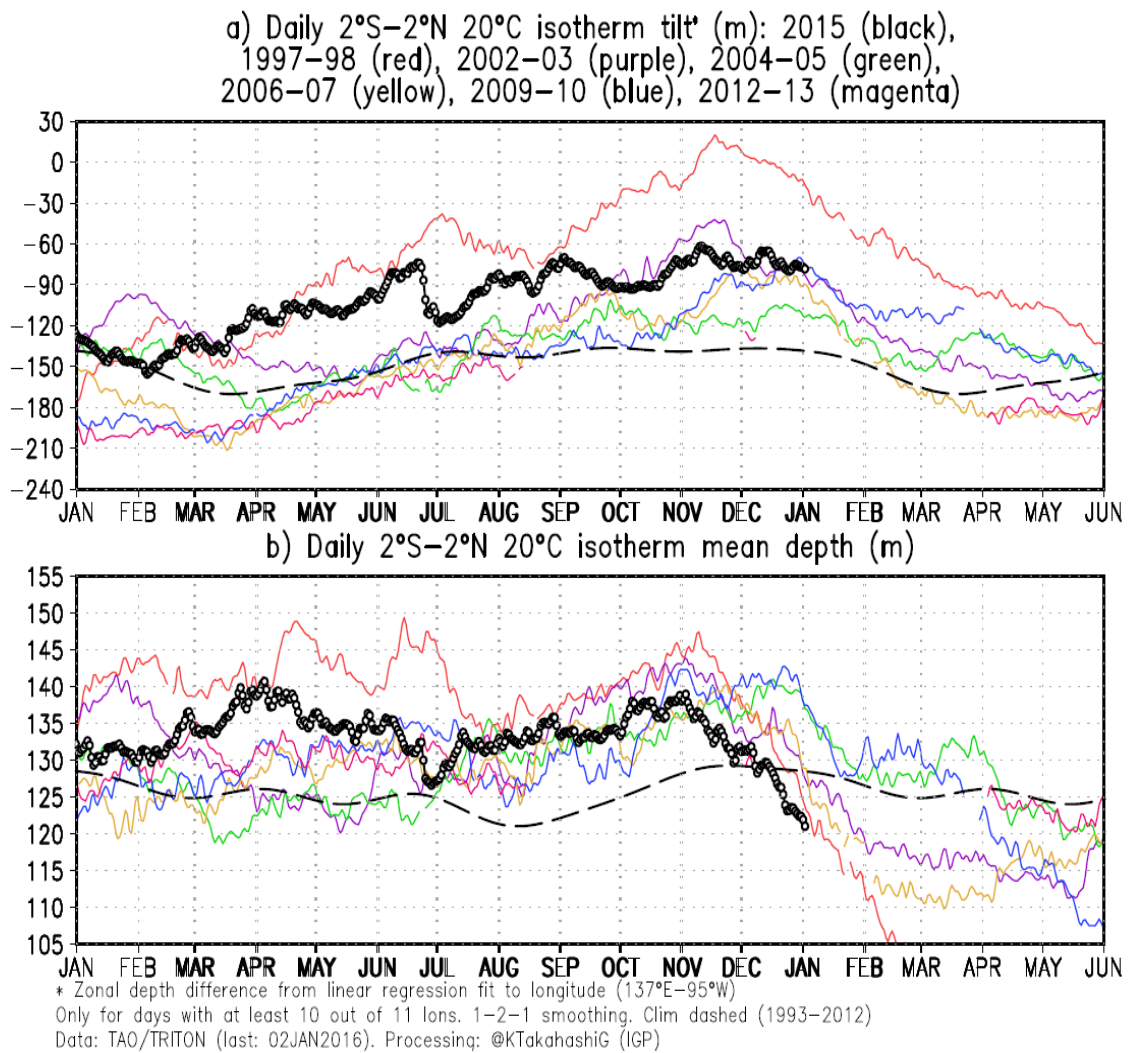


Figura 3 a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP

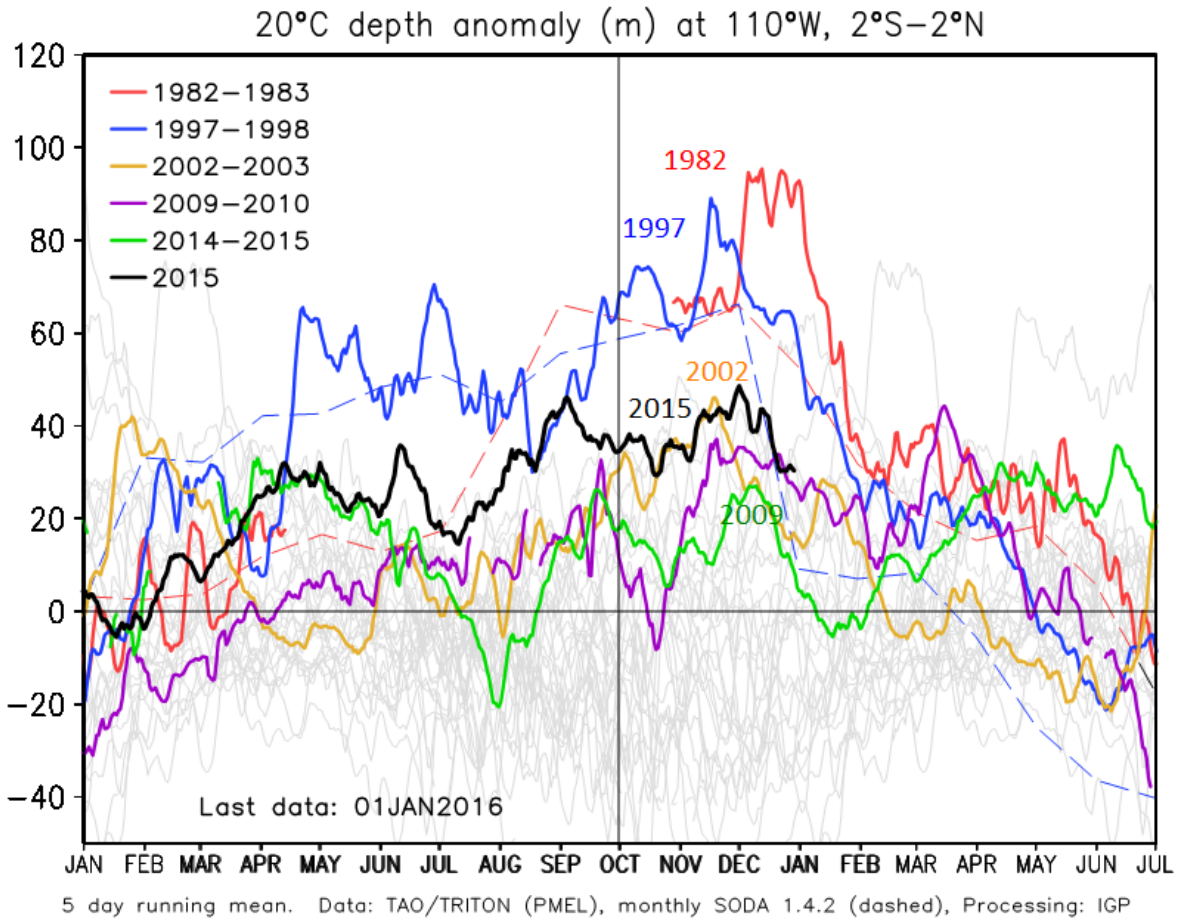


Figura 4. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C en la zona de 110°W en base a: i) la información de las boyas de TAO en 110°W y entre 2°S y 2°N; y ii) SODA. Elaboración: IGP

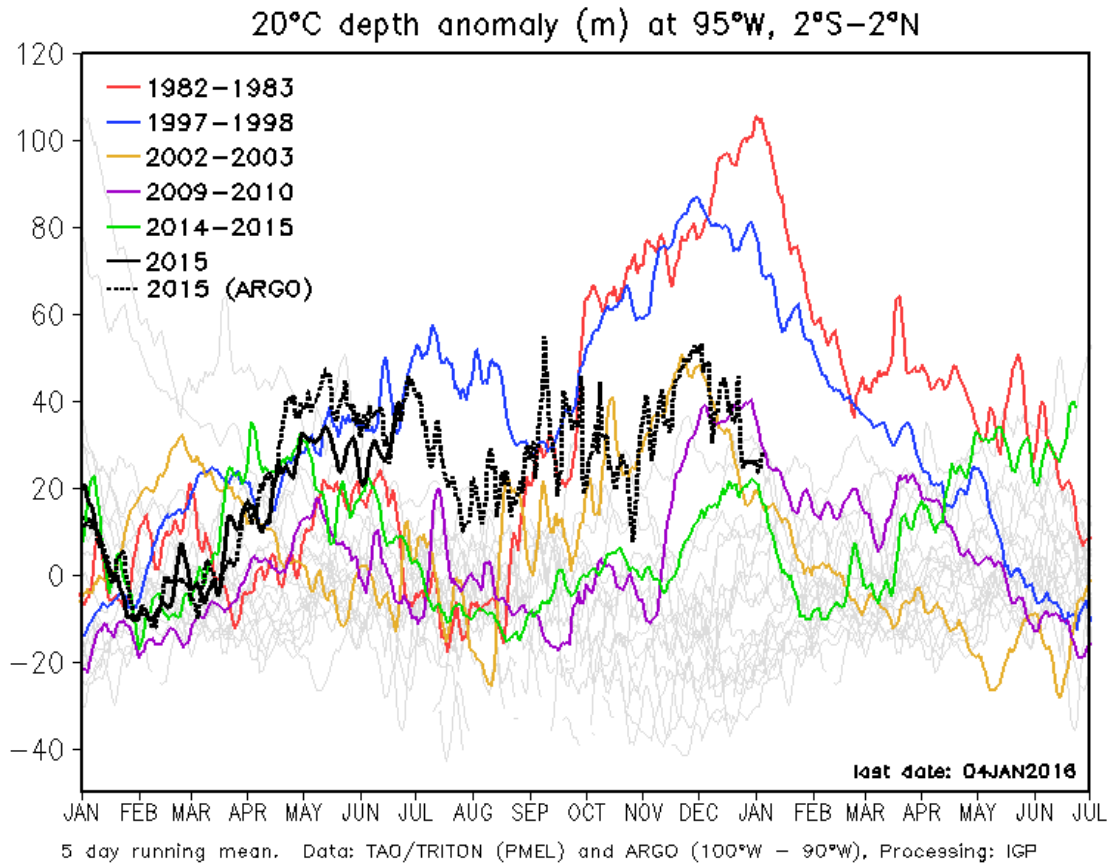


Figura 5. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20°C en la zona de 95°W en base a: i) la información de las boyas de TAO en 95°W y entre 2°S y 2°N; y ii) los flotadores de ARGO entre 100°-90°W y 2°S-2°N. Elaboración: IGP

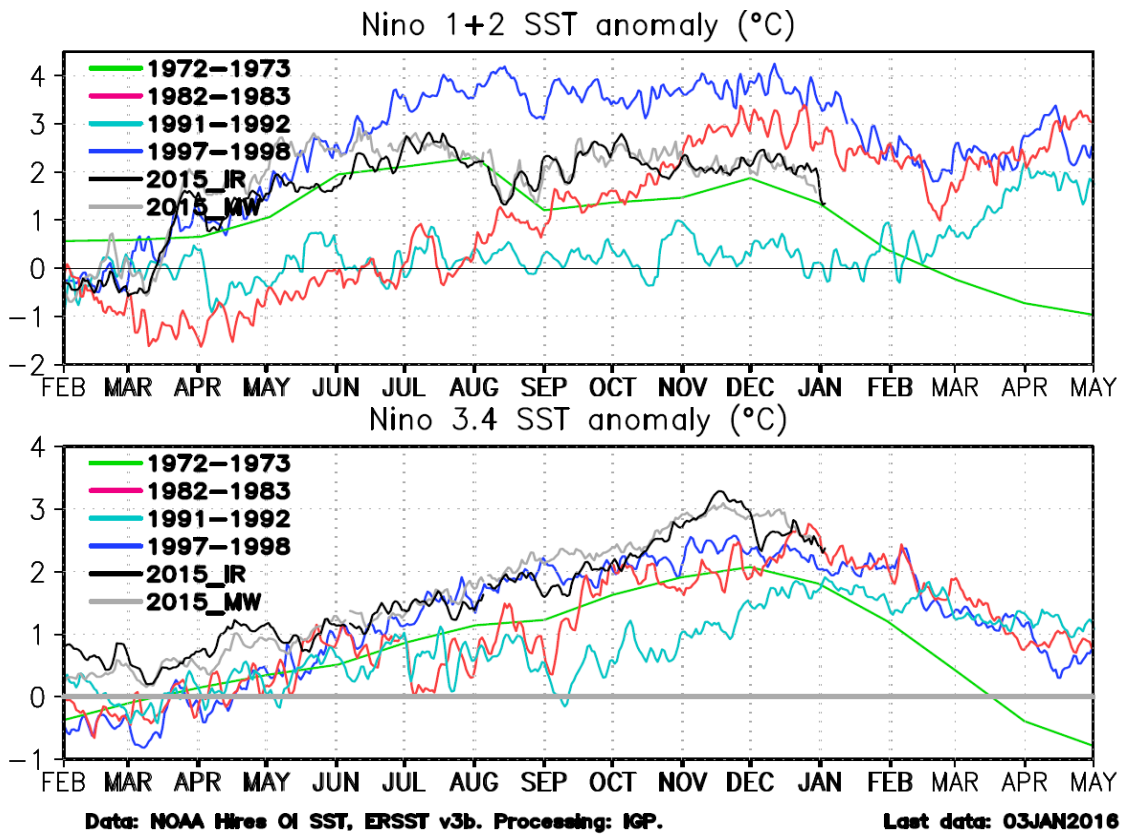


Figura 6. Anomalía de la TSM (Infra rojo y microondas) comparada con las anomalías de TSM de los años 1982 y 1983, la imagen superior es para la región Niño 1+2 y la imagen inferior la para la región Niño 3.4. Elaboración: IGP

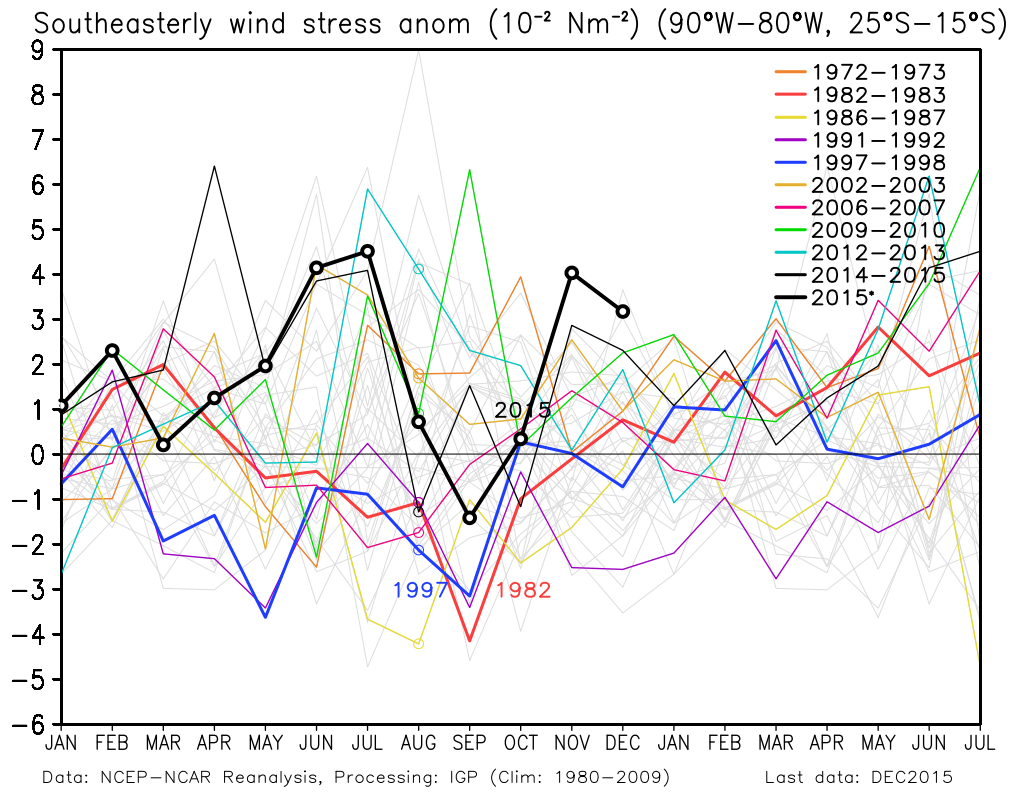


Figura 7. Anomalías del esfuerzo de viento en la región $90^{\circ}\text{W}-80^{\circ}\text{W}$, $25^{\circ}\text{S}-15^{\circ}\text{S}$. Las líneas punteadas son datos diarios. Elaboración IGP

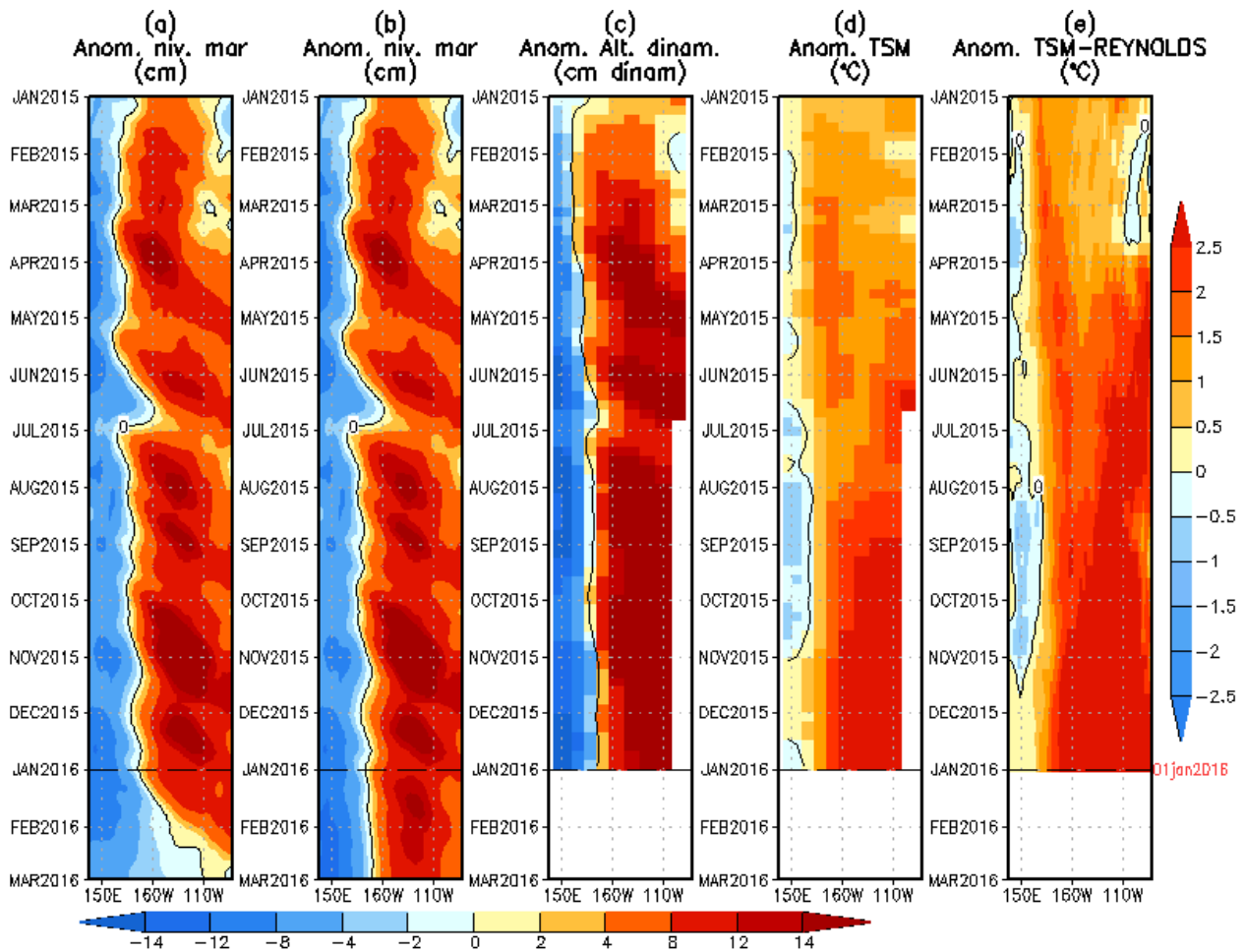


Figura 8. Anomalías (a y b) del nivel medio del mar simulado con LOM1 (termoclina uniforme), (c) de la altura dinámica (TAO), (d) y (e) de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente, en la región ecuatorial (2°S y 2°N). En (a) y (b) la línea cortada en color negro, indica el momento en que el modelo empieza a utilizar el esfuerzo de viento igual a cero (LOM1a) y persistida (LOM1b), respectivamente, para la predicción (ver fecha en color rojo a la derecha). La escala de (a), (b) y (c) se ubica abajo en forma horizontal, mientras que la escala de (d) y (e) está a la derecha (Fuente: IGP, ASCAT, climatología: 2008-2013).

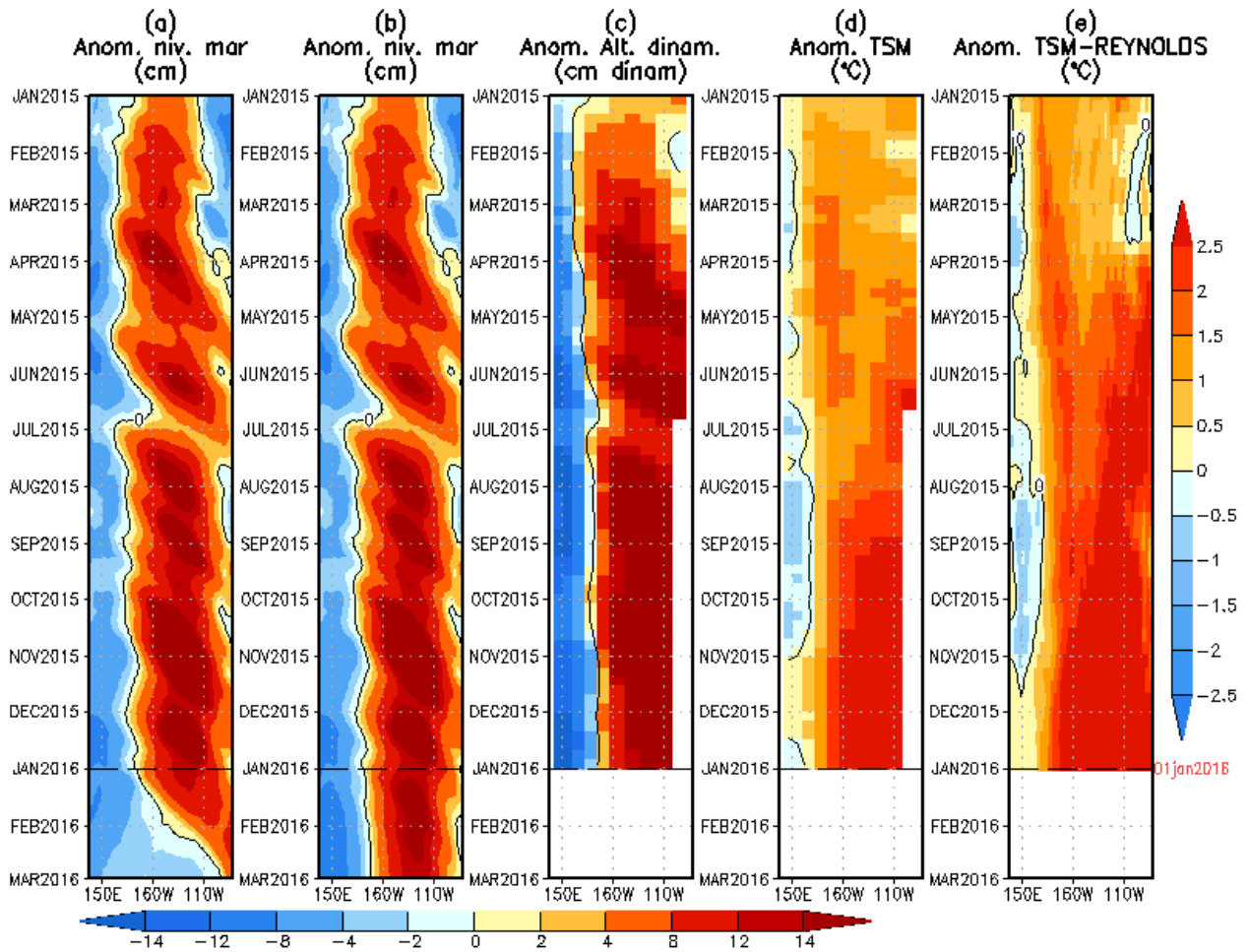


Figura 9. Similar a la Fig. 8 pero para LOM2 (termoclina variable).

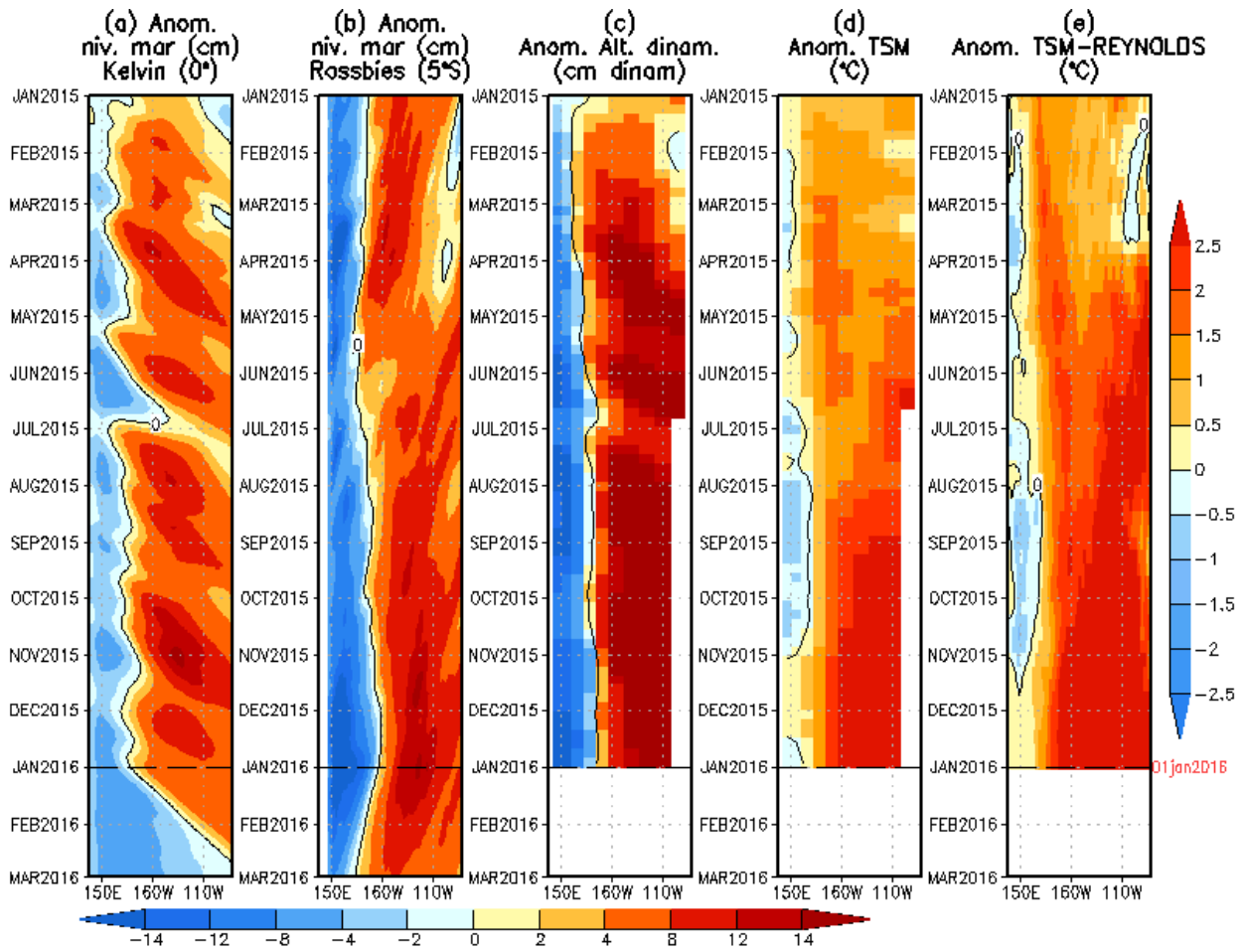


Figura 10. (a) Contribución de la Onda Kelvin al nivel del mar y (b) Contribución de la onda Rossby al nivel del mar en 5°N obtenida de LOM1a. (c) anomalía de la altura dinámica (TAO), (d) y (e) anomalía de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente en la región ecuatorial (Fuente: IGP, ASCAT, climatología: 2008-2013).

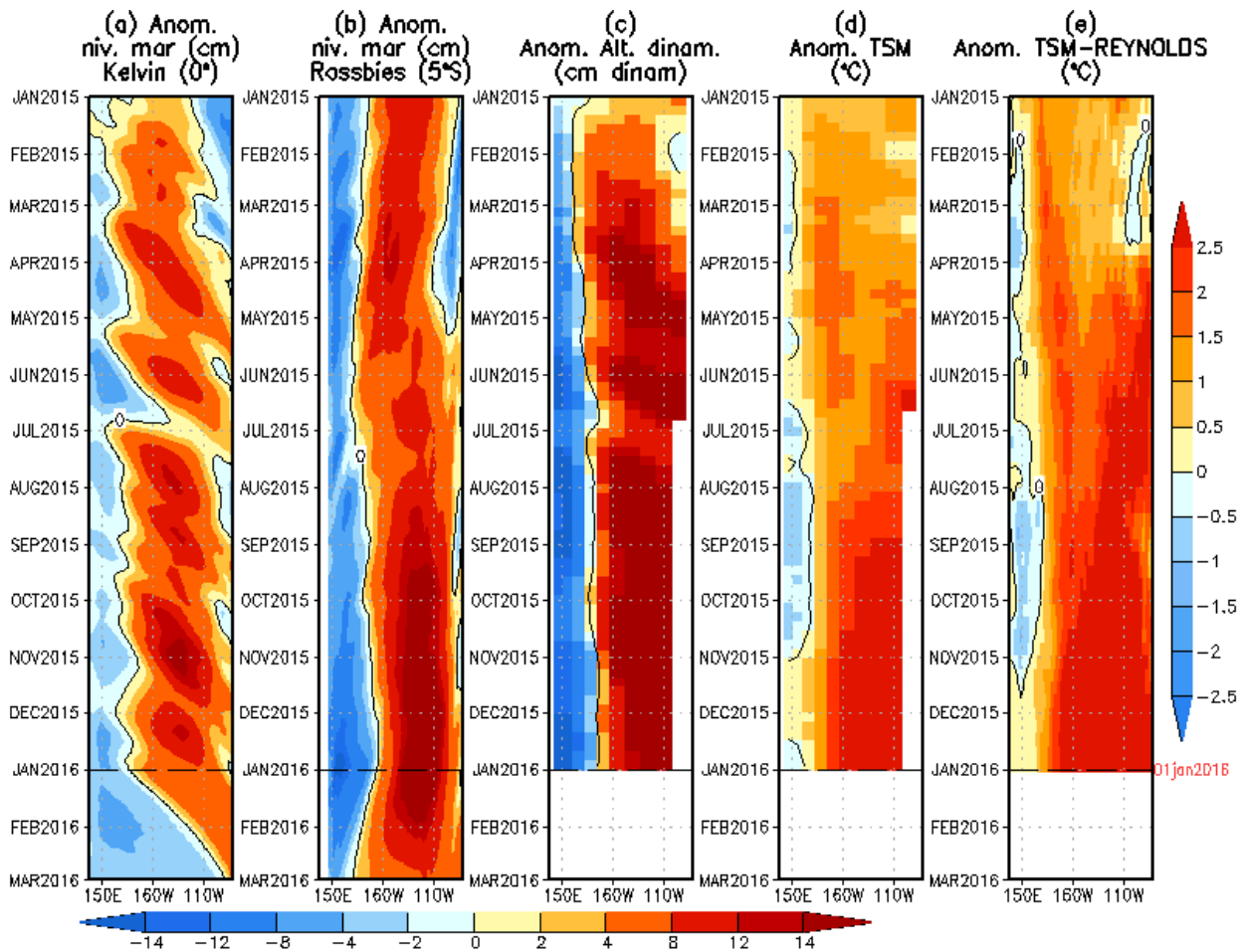


Figura 11. (a) Igual que la Figura 12, pero para LOM2a.

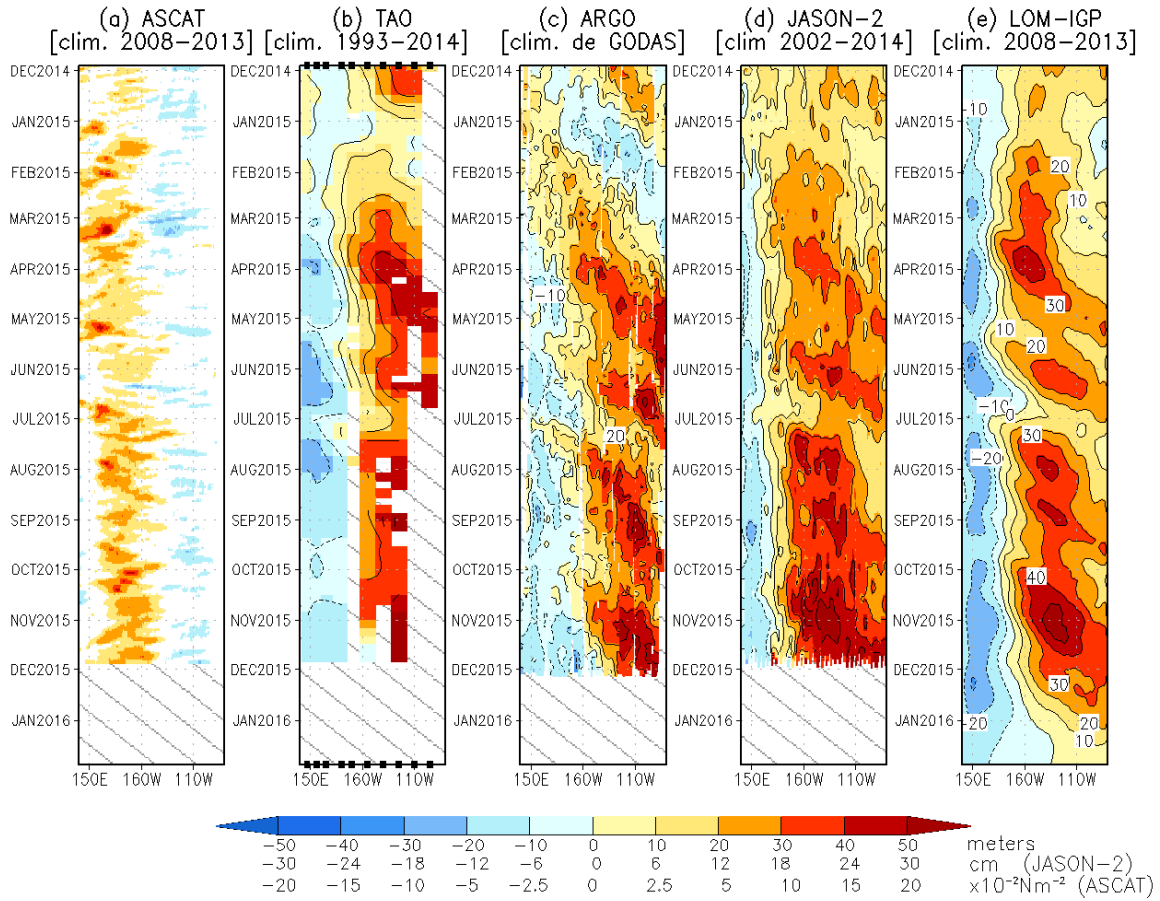


Figura 12. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Finalmente en (e) se muestra la anomalía de la profundidad de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y $\tau_{\text{aux}}=0$ para el pronóstico). Las líneas diagonales representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

Anomalía de esfuerzo de viento (ASCAT)

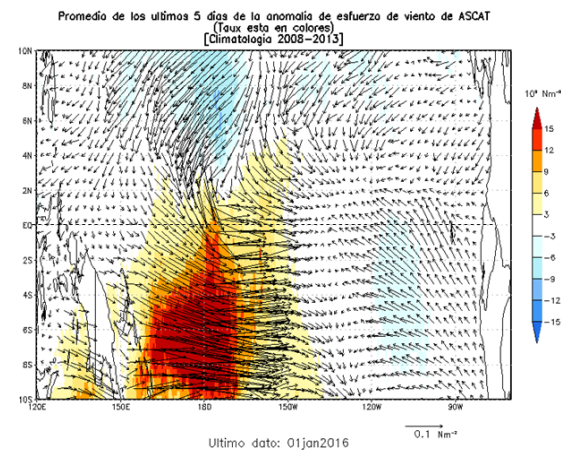
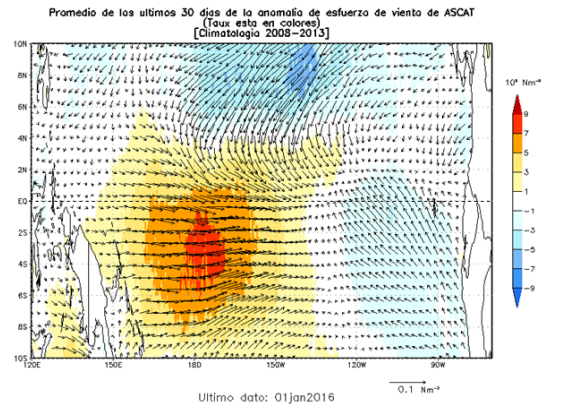
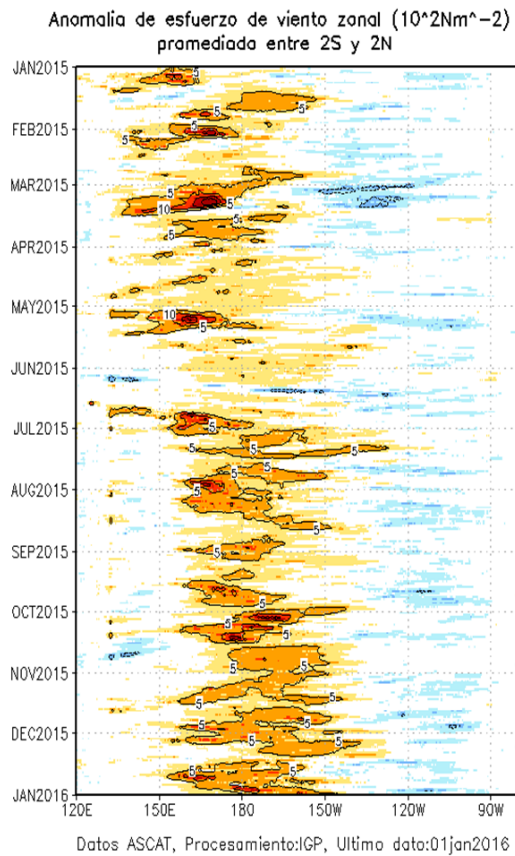


Figura 13. Izquierda: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT. Derecha (superior): Mapa del promedio de 30 días. Derecha (inferior): Mapa del promedio de 5 días, hasta el 01 de enero del 2016, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal. (Elaboración: IGP)

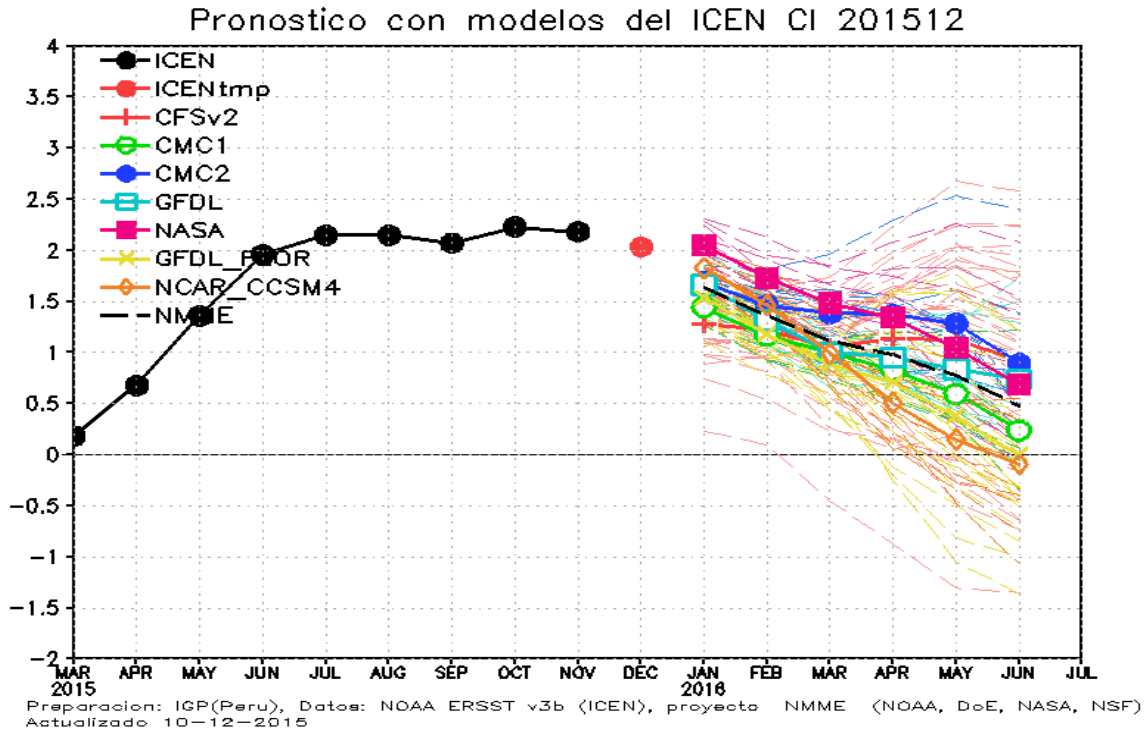


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y sus valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA GFDL_FLOR y NCAR_CCISM4 tienen como condición inicial el mes de noviembre de 2015. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de diciembre 2015. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF).

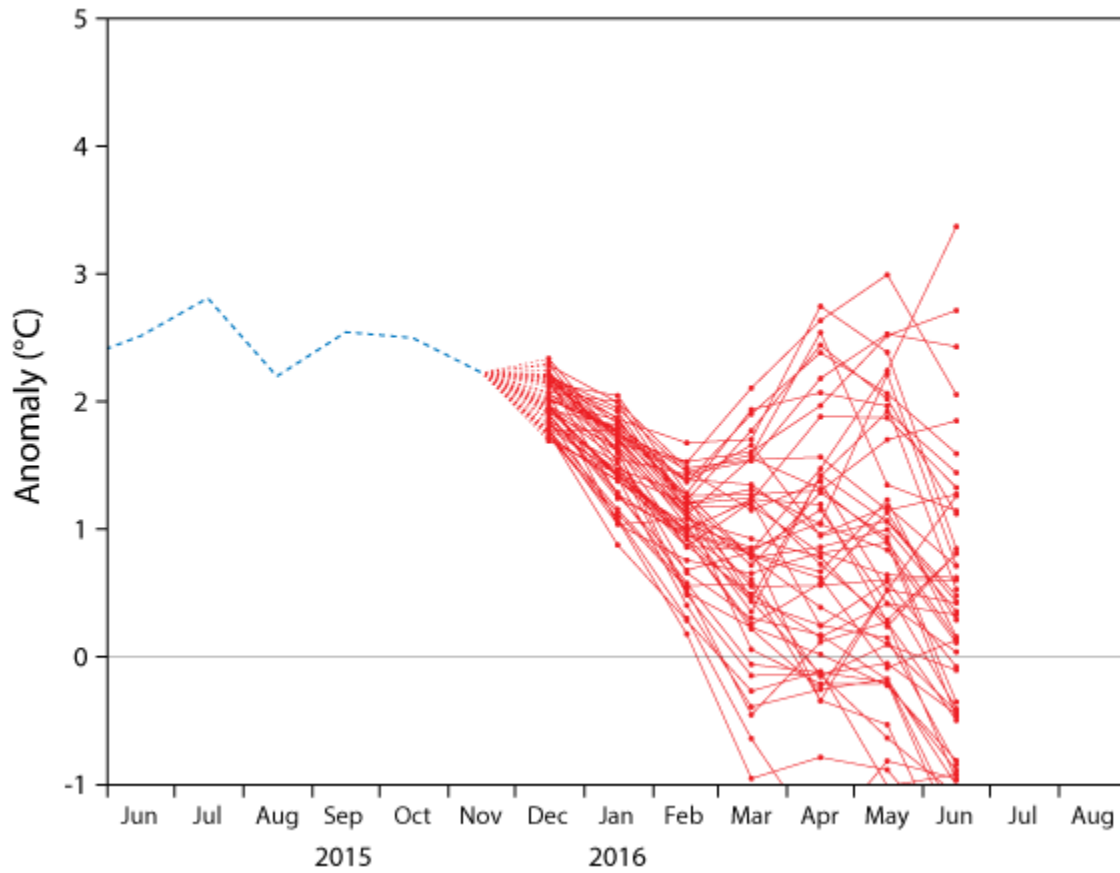


Figura 15. Pronostico de la anomalía de TSM para la región Niño 1+2. Las condiciones iniciales corresponden al mes de diciembre.
Fuente ECMWF.

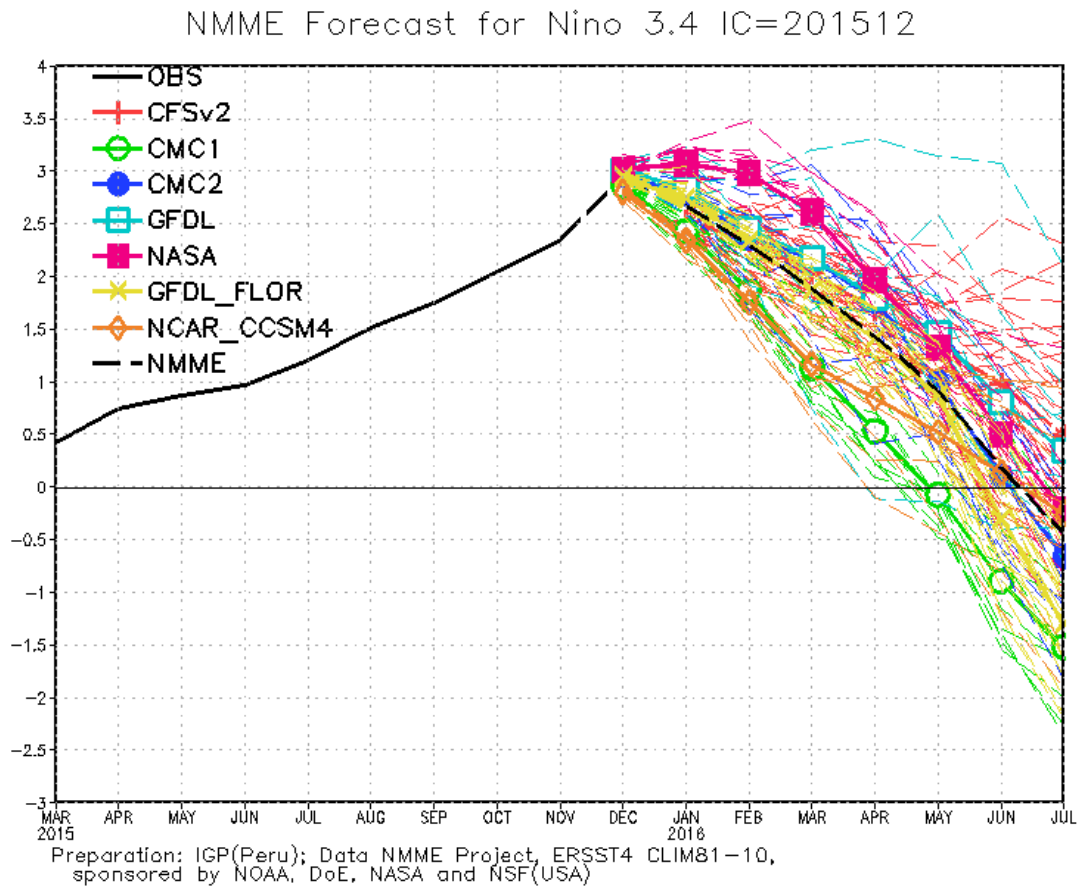


Figura 16. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)

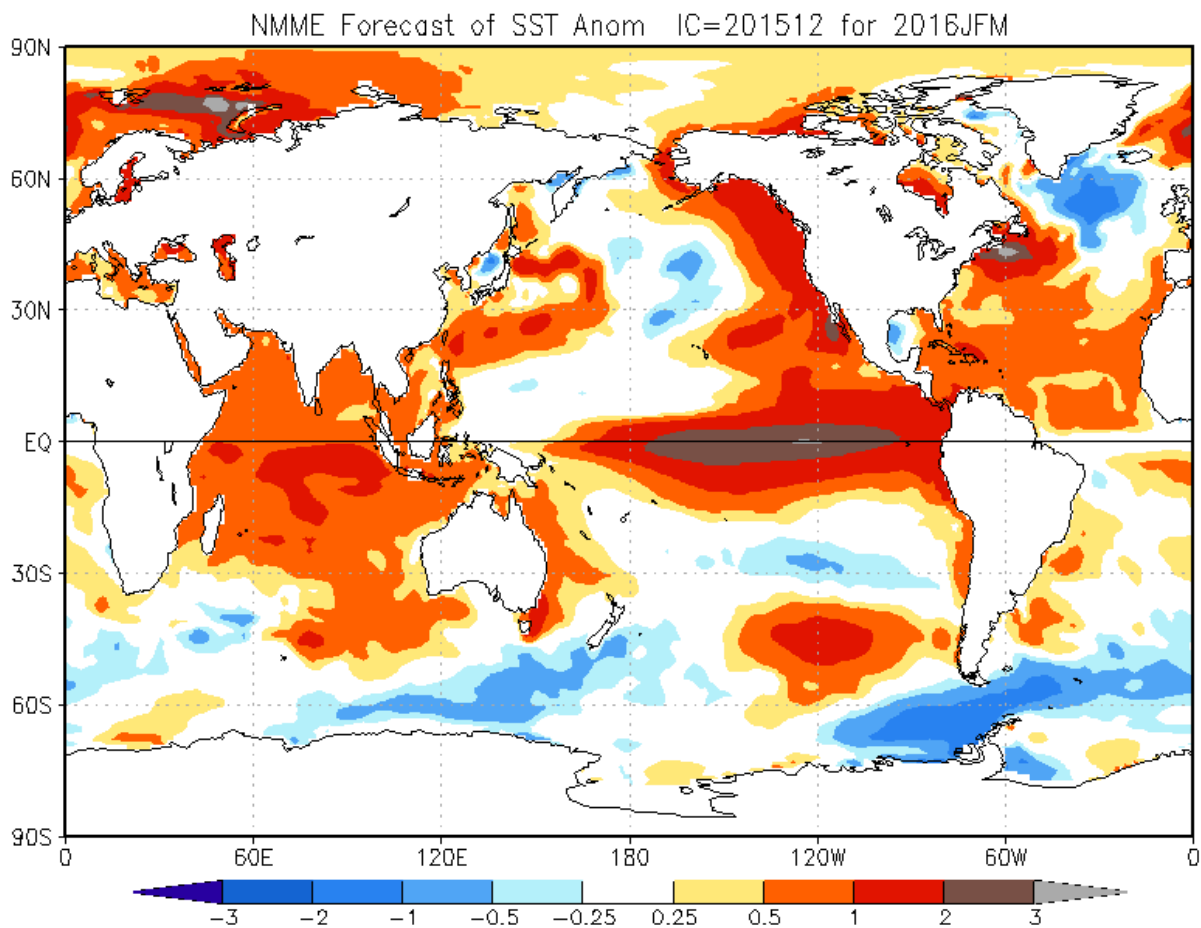


Figura 17. Pronóstico de la anomalía de temperatura superficial del mar promediada sobre los modelos del proyecto NMME (NCEP CFS2, CanCM3 CMC1 y 2, GFDL CM2.2, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 para el trimestre enero-marzo de 2016 con condiciones iniciales de noviembre de 2015. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)

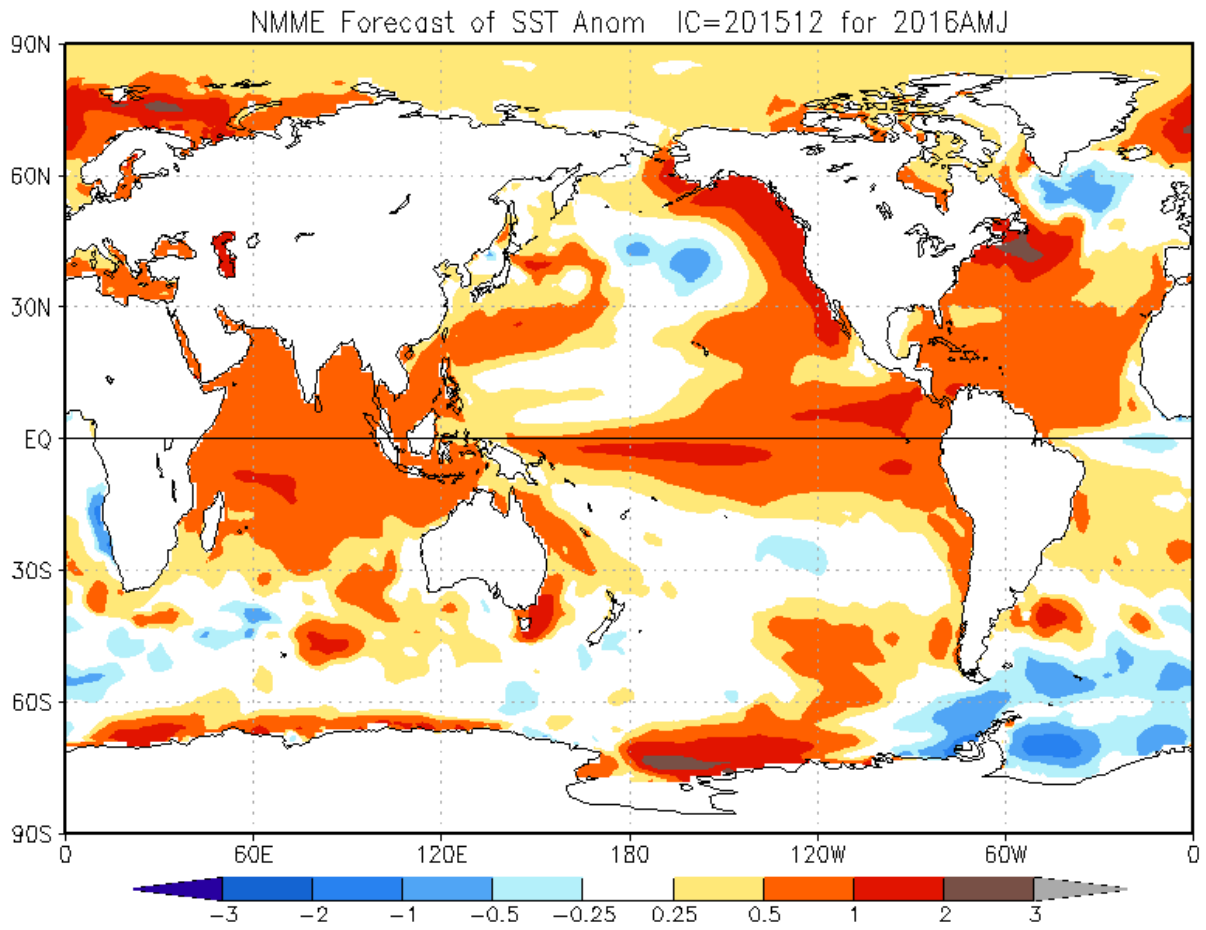


Figura 18. Similar a la Fig.17, pero para el trimestre abril- junio de 2016.

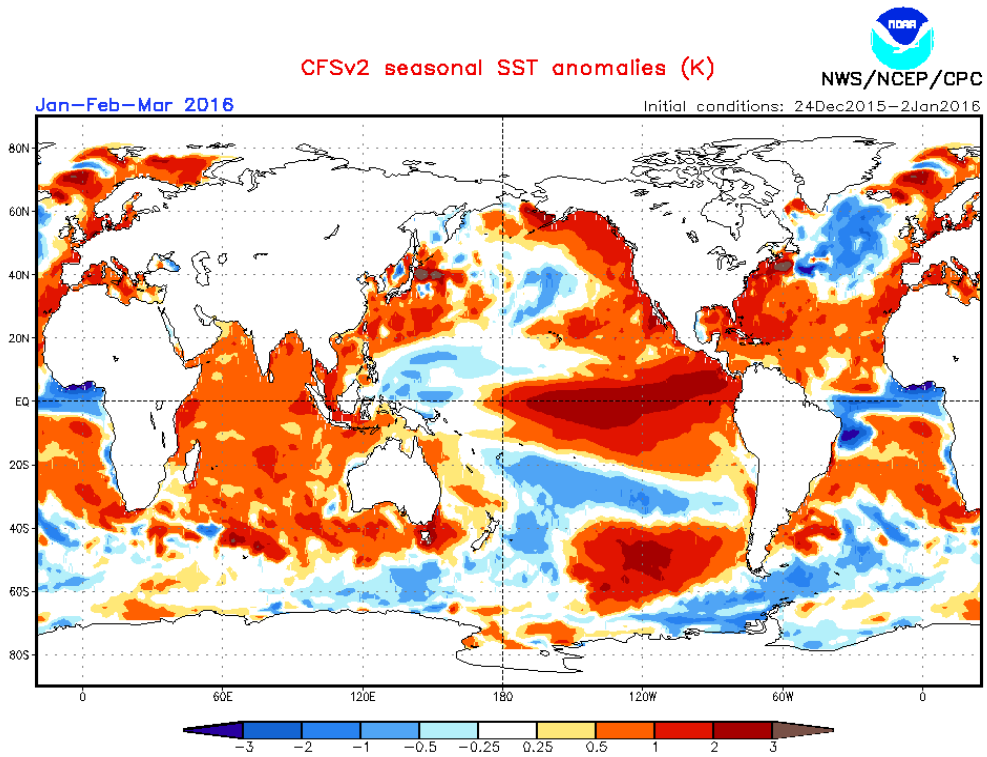


Figura 19. Pronósticos numéricos de anomalía de TSM para el periodo enero - marzo 2016 por el modelo CFSv2 con condiciones iniciales entre el 24 de diciembre de 2015 y 02 de enero de 2016. (Fuente: NOAA).