

**PP 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres" Producto:  
"Estudios para la estimación de los riesgos de desastres"**

**Actividad: "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño"**

**Instituto Geofísico del Perú**

**INFORME TÉCNICO N° PpR/EI Niño-IGP/2016-02  
07/03/2016**

**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 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 para el mes de enero fueron cálidas fuertes ( $1.77^{\circ}\text{C}$ ), manteniéndose la presencia de El Niño Costero de magnitud Fuerte. Los valores temporales del ICEN (ICEN<sub>tmp</sub>), 1 y 2, indican que para los meses de febrero y marzo las condiciones serán, para ambos, Cálida Moderadas. 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 febrero, indican en su mayoría condiciones cálidas moderadas para el mes de marzo, mientras que para abril mostraría condiciones entre moderado y débil. Estos mismos resultados numéricos predicen que para el Pacífico central las condiciones serían Cálidas Fuertes y Cálidas Moderadas para esos meses.

La Onda Kelvin cálida, la cual se formó en la quincena de diciembre se observa en los datos de TAO, ARGO (termoclina) y JASON (altura de nivel del mar), durante el mes de febrero. Según los datos JASON, esta onda ya debe haber alcanzado el continente americano. En  $95^{\circ}\text{W}$  (ARGO) se observa el paso (que aún no termina) de la onda Kelvin cálida, cuya señal estaría concentrada entre  $0.5^{\circ}\text{S}$  y  $0.5^{\circ}\text{N}$ . Continúa observándose la presencia de una onda Kelvin fría en el extremo Occidental y Central en la profundidad de la termoclina, aunque los datos de ARGO sugieren una atenuación en aproximadamente  $120^{\circ}\text{W}$ .

### **Introducción**

Empezando el año 2016, 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 "Estudios para la estimación de los riesgos de desastres", en el cual el IGP contribuye con la actividad denominada "Generación de información y monitoreo 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 febrero de 2016 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 enero de 2016. Los valores se muestran en la Tabla 1.

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>ICEN (°C)</b>	<b>Condiciones costeras del Mes</b>
2015	Octubre	<b>2.23</b>	Cálida Fuerte
2015	Noviembre	<b>2.18</b>	Cálida Fuerte
2015	Diciembre	<b>2.07</b>	Cálida Fuerte
2016	Enero	<b>1.77</b>	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 enero, se establece que continúa la presencia de El Niño costero de magnitud fuerte, el cual se inició en abril de 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.

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>ICENtmp</b>	<b>Condiciones costeras del mes</b>	<b>Fuente</b>
2016	Febrero	1.45	Cálida Moderada	2016/01-02: ERSST; 2016/03: NMME
2016	Marzo	1.16	Cálida Moderada	2016/02: ERSST; 2016/03-04: NMME

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENtmp)

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

## **Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial**

El Pacífico Ecuatorial continúa reflejando el desarrollo del fenómeno El Niño 2015-16. Aún persiste el acoplamiento océano-atmósfera en el Pacífico central levemente superior que el mes anterior (Figura 1). Las ATSM en la región Niño 3.4 son muy cercanas, en promedio, a las de 1998 y 1983 (ver Figura 7b). En la región Niño 1+2 la ATSM está por debajo de lo observado en 1998 y 1983, pero es superior a las condiciones de 1973 y 1992 (Figura 7a). Las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) decayeron significativamente y son similares a las de los años 83 y 98 (Figura 3). La convección en el Pacífico central-oriental sigue activa pero, a pesar que se incrementó durante el mes de febrero, no alcanza los valores de 1993 y 1998 (Figura 2). La termoclina en el Pacífico oriental, en el punto 110°W, es más profunda que en el año 1998 y próxima a 1983, para esos meses el evento estaba culminado (Figura 5), además el núcleo de la onda Kelvin cálida ya habría pasado por estos puntos; en el punto 95°W se observa el paso (que aún no termina) de la onda Kelvin cálida, la cual se encuentra concentrada entre los 0.5°S y 0.5°N. Esto sugiere que la onda Kelvin habría cambiado de características (Radio de deformación de Rossby), como consecuencia de la inclinación zonal de la termoclina en el extremo Este. Por lo tanto, se tendría una onda Kelvin más lenta (entre 1.0 y 1.7 m/s) que debe impactar la costa peruana en estos días y extenderse hasta la primera quincena de marzo. (Figura 6). Por otro lado, según la información del nivel del mar de JASON (Figura 12d) la onda ya habría llegado a la costa y con una atenuación. Hay que indicar que durante el mes de febrero 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 4).

## **Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones**

Con el arribo del núcleo de la onda Kelvin cálida, asociado con la profundización de la termoclina, es posible que ocasione un incremento promedio de +1°C de las anomalías de TSM en la costa peruana durante marzo. Asimismo, se observa la intensificación de los vientos provenientes del Golfo de Panamá, así como el desarrollo de la banda secundaria de la zona de Convergencia Intertropical. Es más probable la ocurrencia de eventos de debilitamientos de vientos alisios del sureste acompañados por TSM cálida en la costa, lo que favorecería los procesos convectivos en la costa norte.

Por las condiciones descritas es probable que continúen los episodios de lluvia en la zona nor-occidental del país, lo cual corresponde a precipitaciones en las partes medias y bajas del orden de 35-60 mm/día en Tumbes y Piura, y de 20 mm/ día en Lambayeque.

Los productos de TAO (Figura 12b) y ARGO (Figura 12c) muestran la presencia una onda Kelvin fría en el extremo Occidental y Central en la profundidad de la termoclina, aunque estas mismas fuentes sugieren que en la región Oriental (aproximadamente en 120°W) habría una aparente atenuación. En los datos de JASON (Figura 12d) y el modelo lineal (Figura 12e) no se aprecia claramente un desarrollo de la onda Kelvin fría. Por otro lado, el modelo lineal sugiere la presencia de una onda Kelvin cálida de baja intensidad que se habría formado como consecuencia de anomalías de viento del oeste en el Pacífico Central. Esta onda debe llegar al extremo oriental a partir de la primera quincena de marzo aproximadamente. Esto podría prolongar la transición a una fase fría en la costa peruana.

## **Pronóstico estacional con modelos climáticos**

Para el mes de marzo, los pronósticos de la anomalía de TSM en el Pacífico Oriental (región Niño 1+2) indican condiciones moderadas (5 de 7 modelos) y magnitud débil (2 de 7 modelos), para el mes de abril, 5 de 8 modelos indican condiciones moderadas y 3 de 8 modelos condiciones débiles, en el mes de mayo 4 de 8 modelos dicen condiciones moderadas y 4 de 8 dicen débiles. (Ver Tabla 3 y Figura 14). Por otro lado, en el Pacífico central (Niño 3.4) los modelos indican que las condiciones en promedio para los meses de marzo y abril serían condiciones cálida fuerte y moderado respectivamente.(Figura 15); las condiciones para los trimestres Marzo – Mayo serían cálidas moderadas y para Junio- Agosto 2016 serían condiciones frías. (Ver figuras 16 y 17).

Modelo	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JJA
CFS2	1.45	0.72	0.72	0.42	0.07	-0.25	-0.38
CMC1	1.26	0.93	0.82	0.50	-0.05	-0.53	-0.77
CMC2	1.35	1.13	1.22	1.18	0.90	0.49	0.12
GFDL	1.42	1.06	0.87	0.59	0.31	0.13	0.17
NASA	1.40	1.13	1.06	0.78	0.47	0.30	0.42
GFDL_FLOR	1.39	1.18	1.22	1.04	0.50	-0.10	-0.42
NCAR_CCSM4	1.39	1.15	1.15	1.05	0.76	0.35	0.09
NMME	1.38	1.04	1.01	0.79	0.42	0.06	-0.11
ECMWF			0.90	0.70	0.30	0.10	
ICENtmp	1.45						

Tabla 3. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de febrero de 2016

### Conclusiones:

1. El ICEN para enero de 2015 fue de 1.77 (Cálida fuerte). Asimismo, el ICENtmp para febrero de 2016 es 1.45 (Cálida Moderada) y marzo de 2016 es de 1.16 (Cálida Moderada).
2. La señal de la onda Kelvin cálida formada en la segunda quincena de diciembre se observa en los datos de TAO, ARGO (termoclina) y JASON (altura del nivel del mar) durante el mes de febrero. Según el nivel del mar (JASON), esta onda ya debe haber alcanzado el continente americano y estaría atenuada. Según la profundidad de la termoclina (boyas TAO), el núcleo de la onda ya habría pasado por 125°W y también por 110°W. En 95°W (Argo) se observa el paso (que aún no termina) de la onda Kelvin cálida, la cual se encuentra concentrada entre los 0.5°S y 0.5°N. Esto sugiere que la onda Kelvin habría cambiado de características (Radio de deformación de Rossby), como consecuencia de la inclinación zonal de la termoclina en el extremo Este. Por lo tanto, se tendría una onda Kelvin más lenta (entre 1.0 y 1.7 m/s) que debe impactar la costa peruana en estos días y extenderse hasta la primera quincena de marzo.

3. Continúa observándose la presencia de una onda Kelvin fría en el extremo Occidental y Central en la profundidad de la termoclina, aunque los datos de ARGO sugieren una atenuación en aproximadamente 120°W. En los datos de nivel del mar no se aprecia claramente un desarrollo de la onda Kelvin fría. Por otro lado, el modelo lineal sugiere la presencia de una onda Kelvin cálida de poca intensidad que se habría formado como consecuencia de anomalías de viento del oeste en el Pacífico Central. Esta onda debe llegar al extremo oriental a partir de la primera quincena de marzo aproximadamente. Esto podría prolongar la transición a una fase fría en la costa peruana.
4. Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), 5 de 7 modelos inicializados en febrero indican que el mes de marzo presentaría condiciones cálidas moderadas (2 de 7 indican condiciones cálidas débiles). Para el verano 2015-2016 (Diciembre 2015-Marzo 2016), los 7 modelos indican que El Niño costero tendría magnitud moderada en este periodo. Según los modelos, El Niño costero se podría extender hasta entre mayo (2 de 7 modelos) y al menos julio (5 de 7 modelos).
5. Para el **Pacífico central** (Niño 3.4), todos los modelos que han sido considerados, y que fueron inicializados en febrero, indican que El Niño habría alcanzado unas anomalías de magnitud muy fuertes a fines de 2015 y decaería a lo largo de los primeros meses de 2016.
6. En la segunda quincena de febrero la magnitud de la ATSM en Niño 3.4 continúa superior a la de los años 1997 y 1982, pero con una similar tendencia negativa. Por otro lado, la ATSM en la zona Niño 1+2 recientemente mostró un ligero aumento.
7. Por otro lado, en general, la descarga de calor ecuatorial continúa, y la anomalía de la inclinación de la termoclina ha mostrado una ligera reducción, consistente con el desplazamiento al sur de las anomalías de viento del oeste. En el Pacífico oriental, los vientos alisios continúan más fuertes que lo normal, en contraste al año 1998 en el que se desaparecieron, asociado a la activación de la convección en esta región.
8. En conclusión, es posible que las anomalías positivas de la TSM a lo largo de la costa peruana se extenderían hasta fines de marzo como consecuencia de las ondas Kelvin cálidas pero con tendencia a declinar hacia condiciones entre neutras y cálidas débiles en el invierno. No hay indicaciones de que El Niño costero se pueda reactivar en los próximos meses, como en 1983 o 1998.

## 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

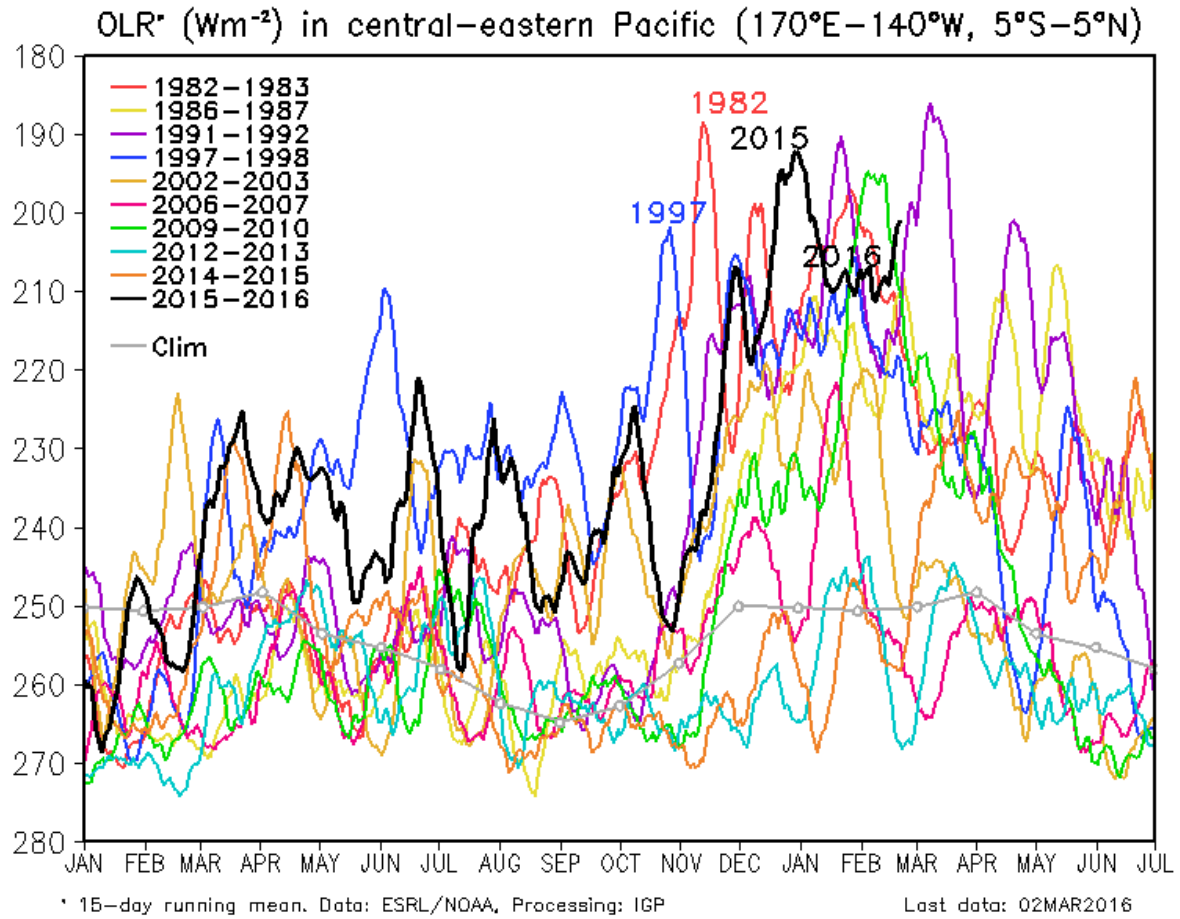
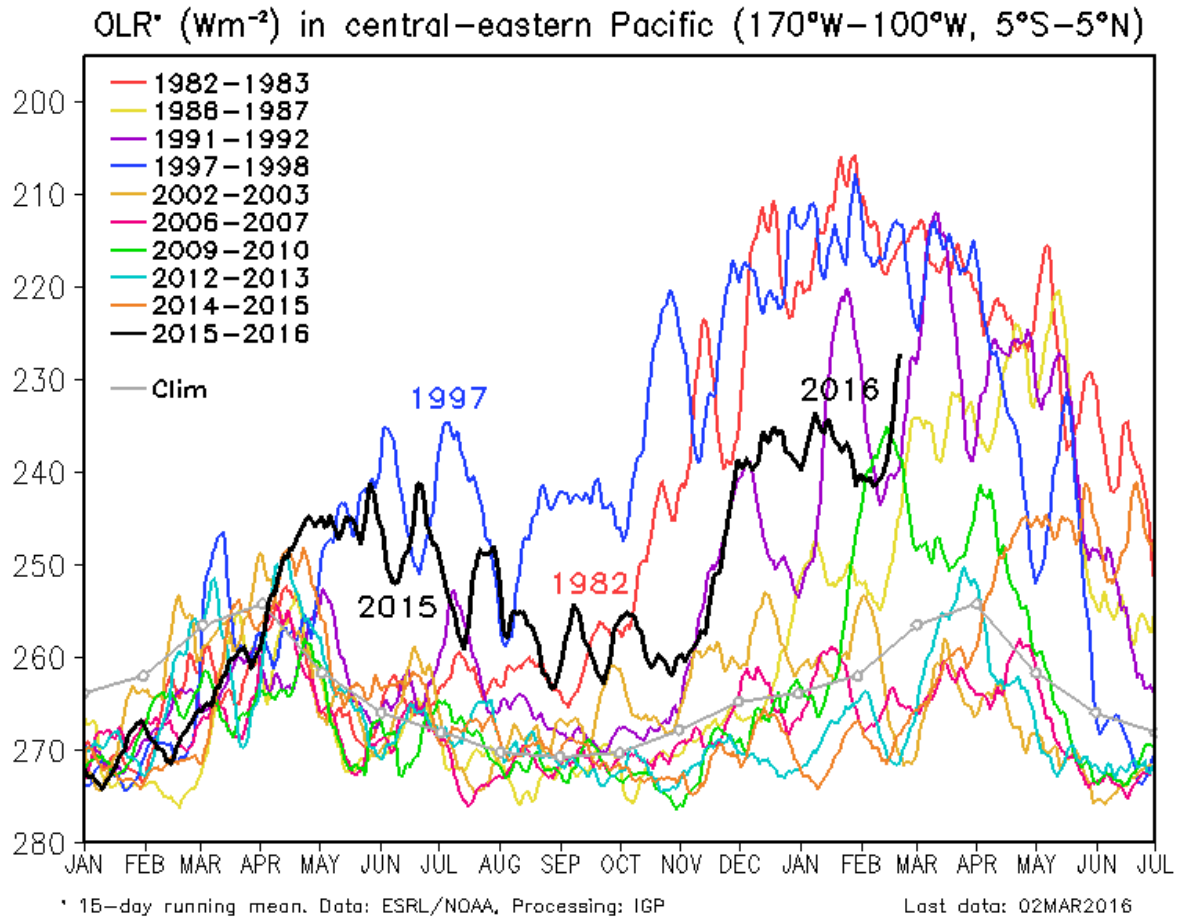
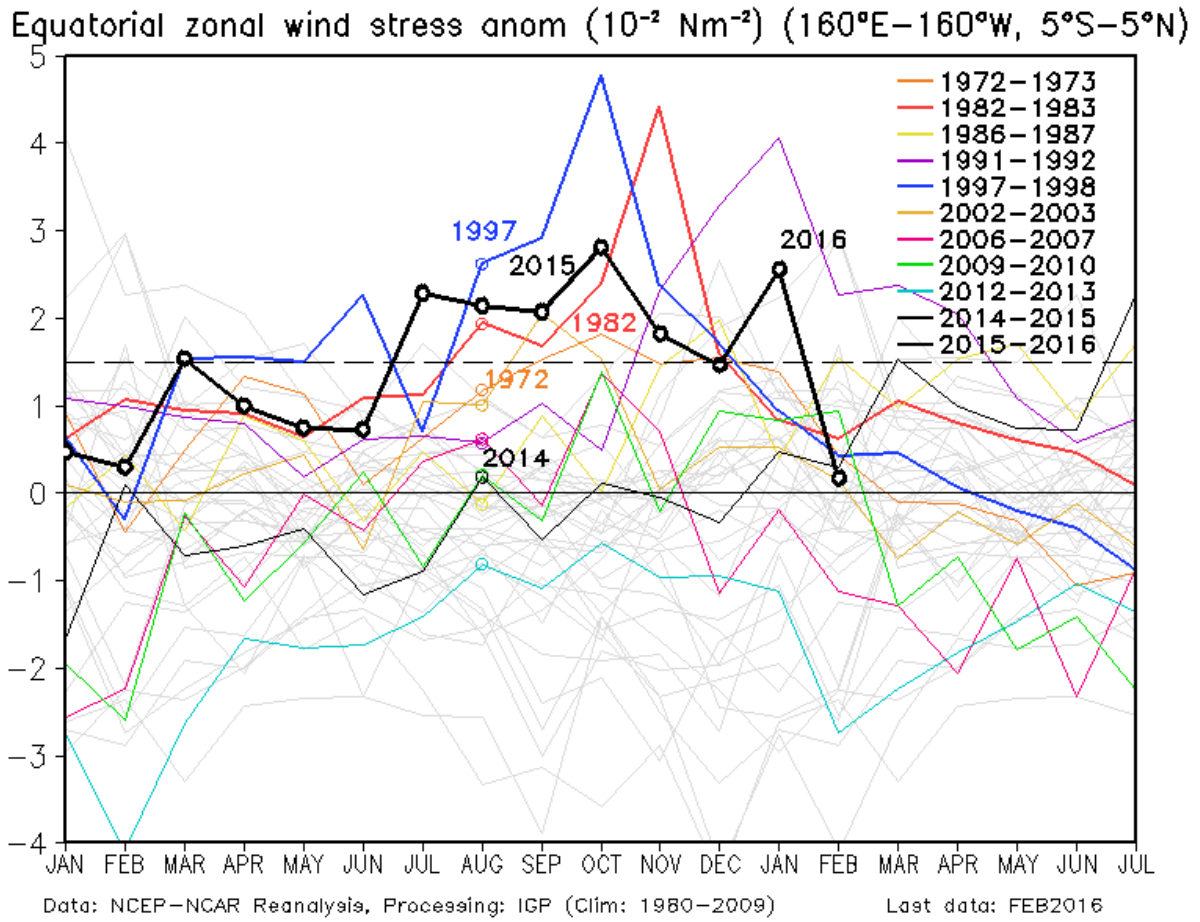


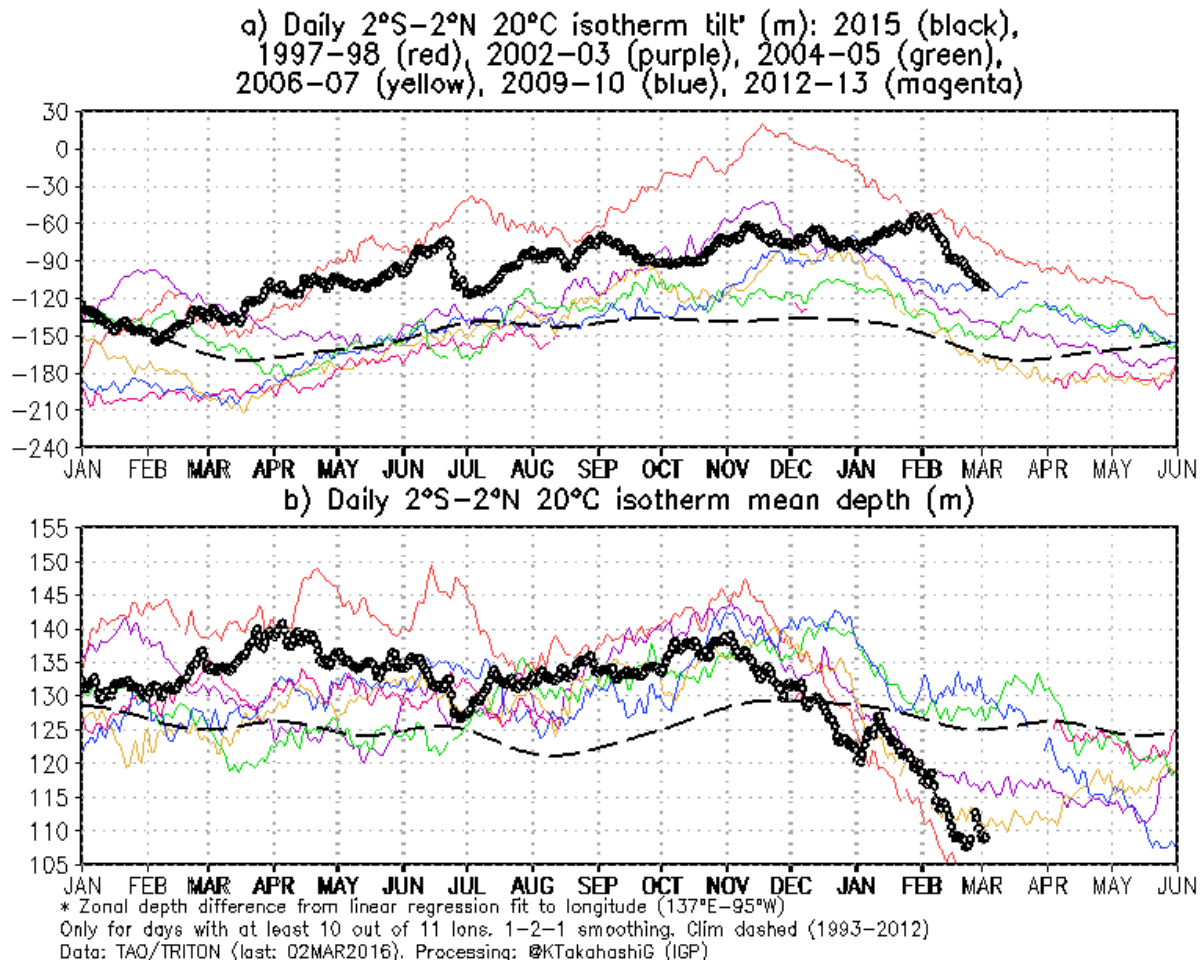
Figura 1. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}-140^{\circ}W$  y  $5^{\circ}S-5^{\circ}N$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP



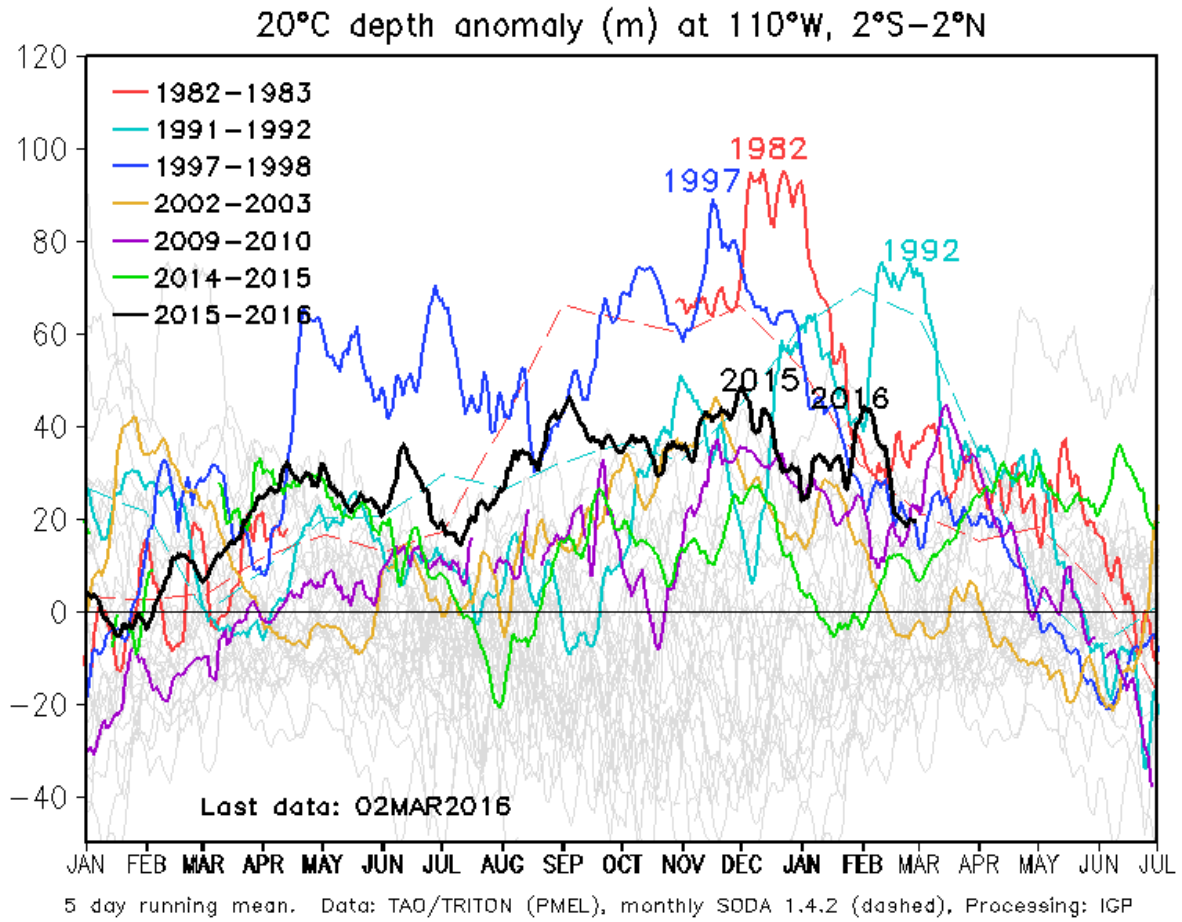
**Figura 2.** Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}-100^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP



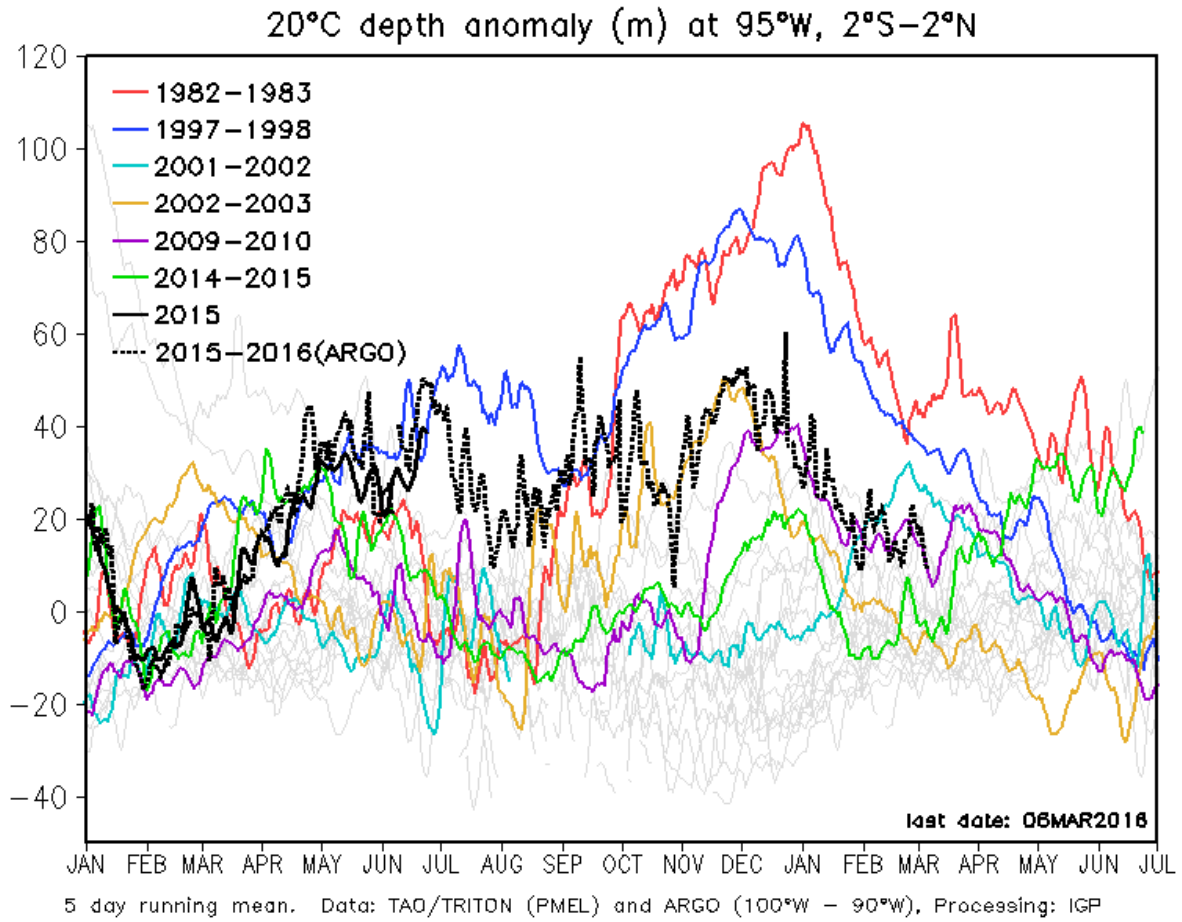
**Figura 3.** Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ( $160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) obtenido de los datos del reanálisis de NCEP-NCAR. Elaboración: IGP



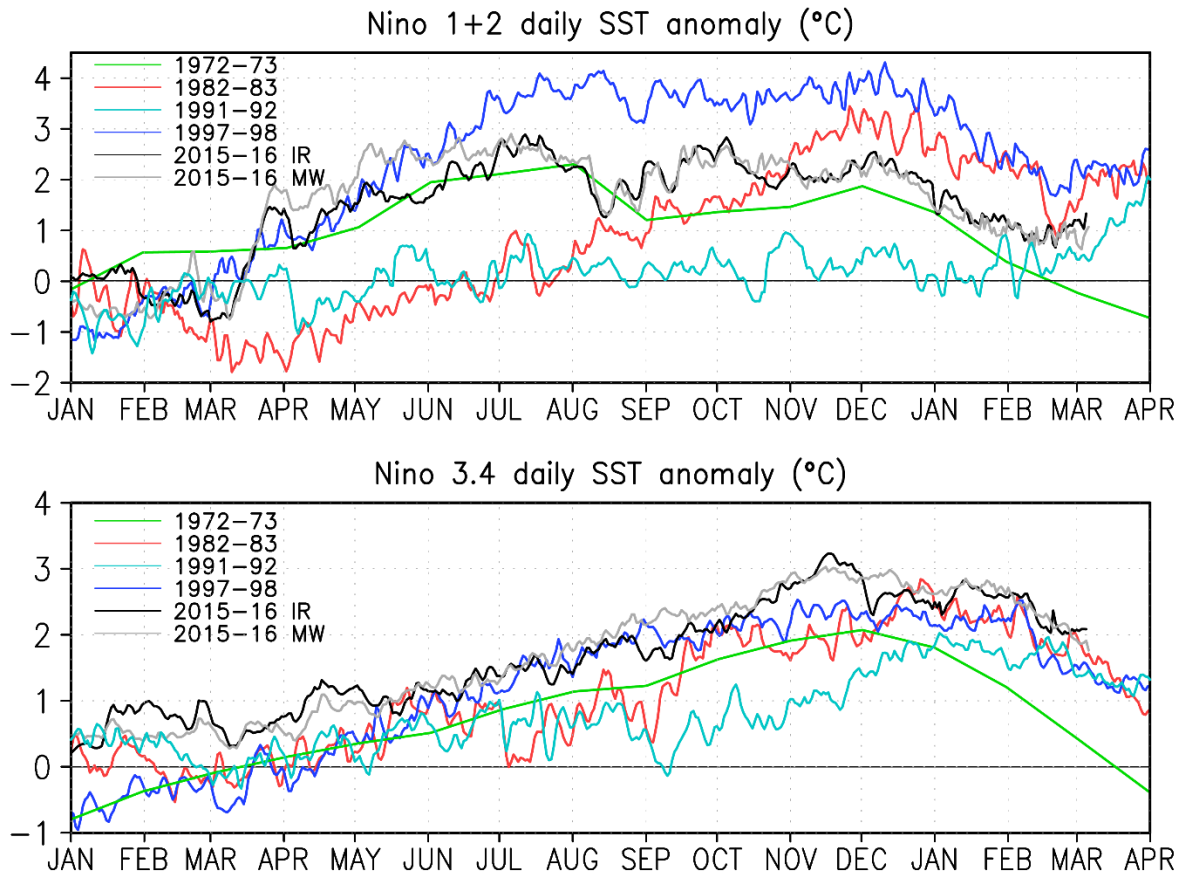
**Figura 4 a)** Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP



**Figura 5.** 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



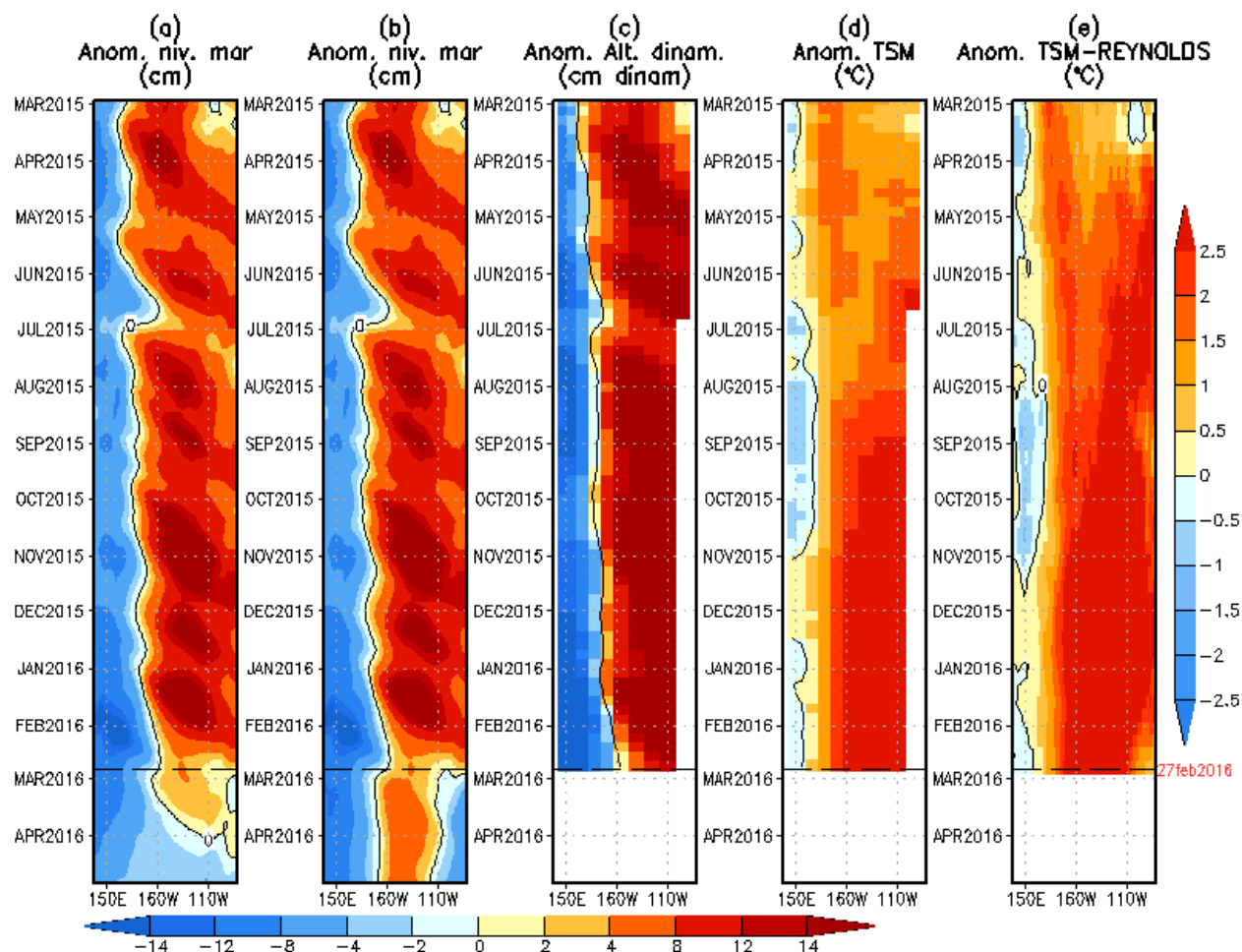
**Figura 6.** Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20°C en la zona de 95°W en base a: i) la información de las boyas de TAO en 95°W y entre 2°S y 2°N; y ii) los flotadores de ARGO entre 100°-90°W y 2°S-2°N. Elaboración: IGP



Data: NOAA Hires OI SST, RSS MW SST, Processing: IGP.

Last data: 05MAR2016

**Figura 7.** 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 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).

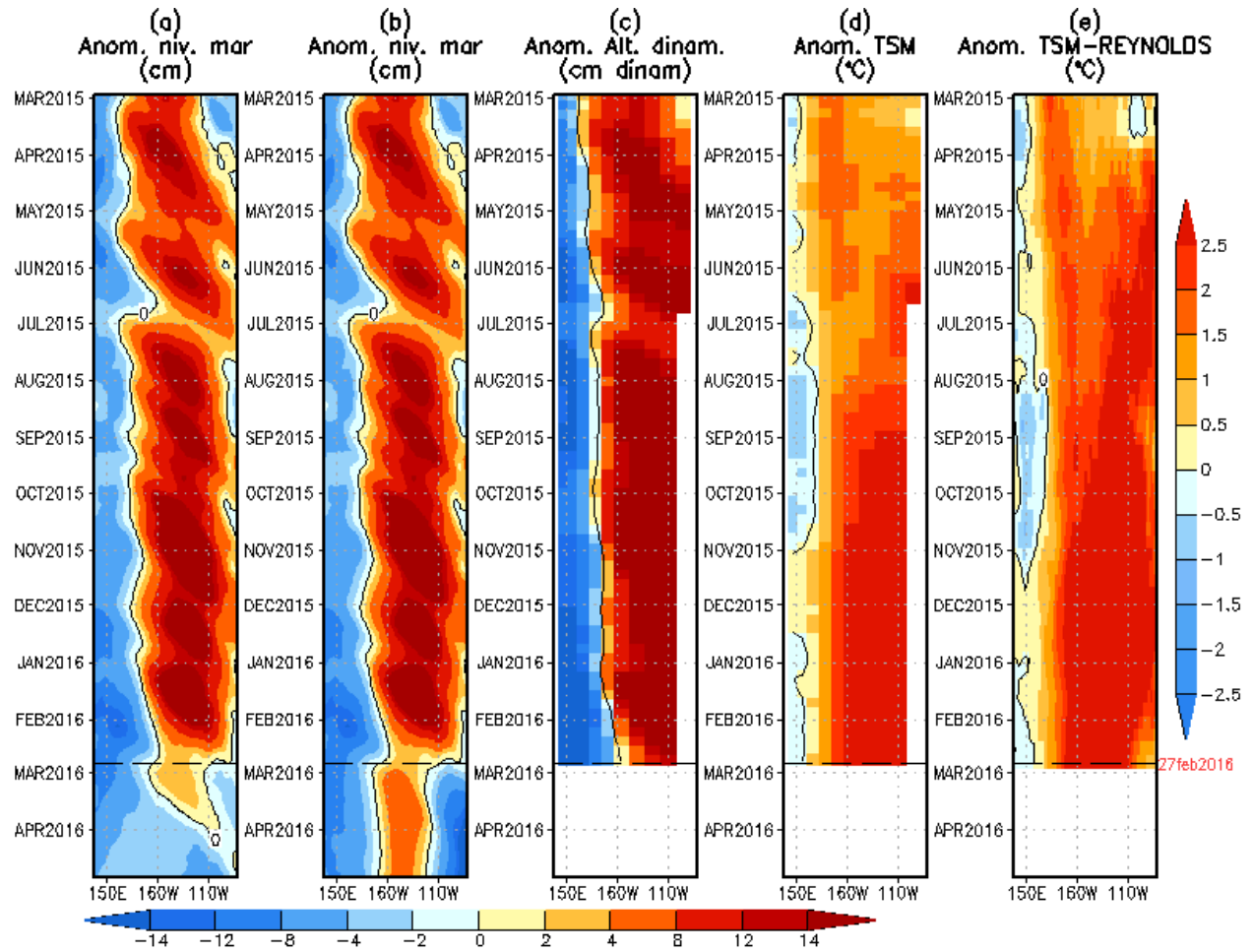
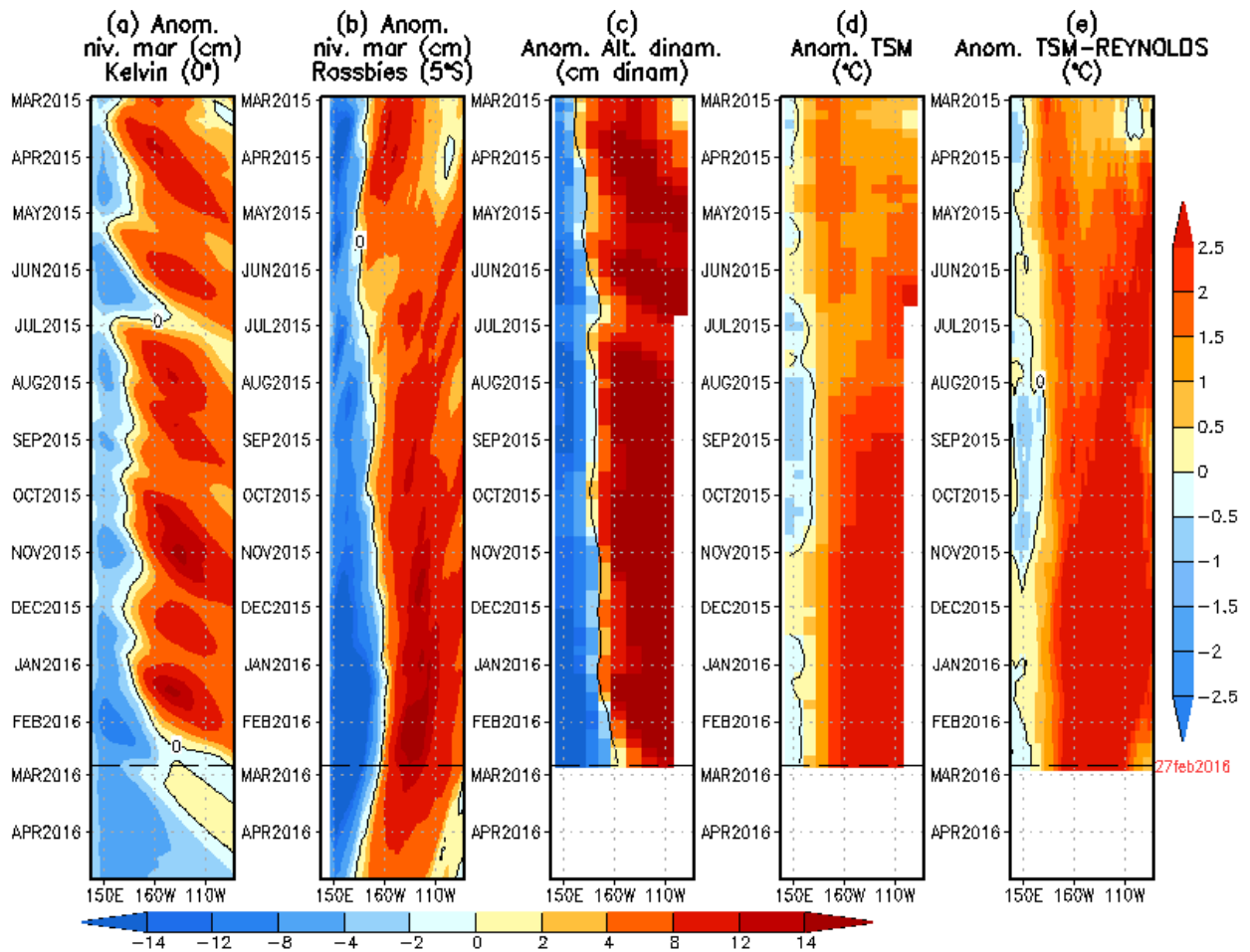


Figura 9. Similar a la Fig. 8 pero para LOM2 (termoclina variable).



**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).

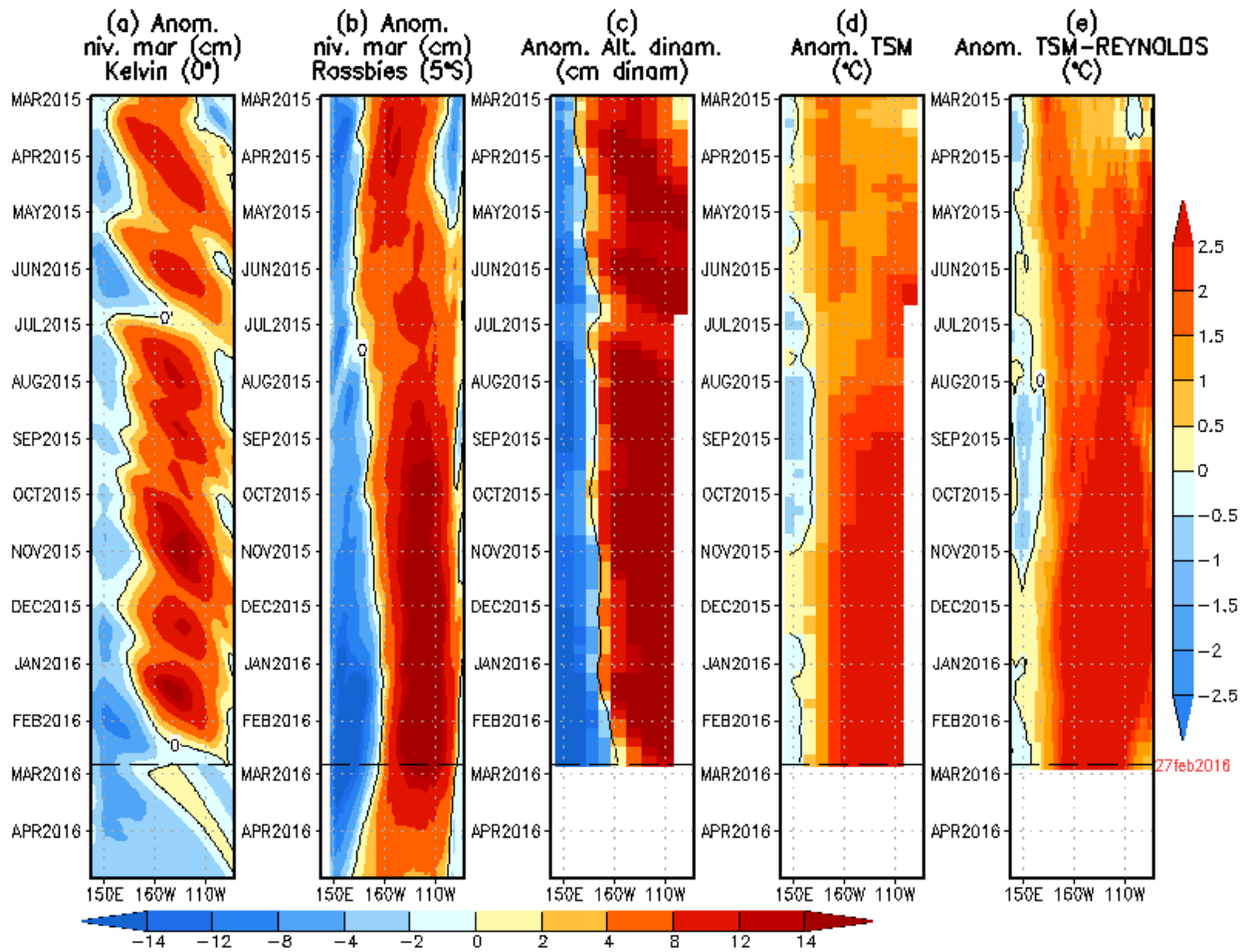
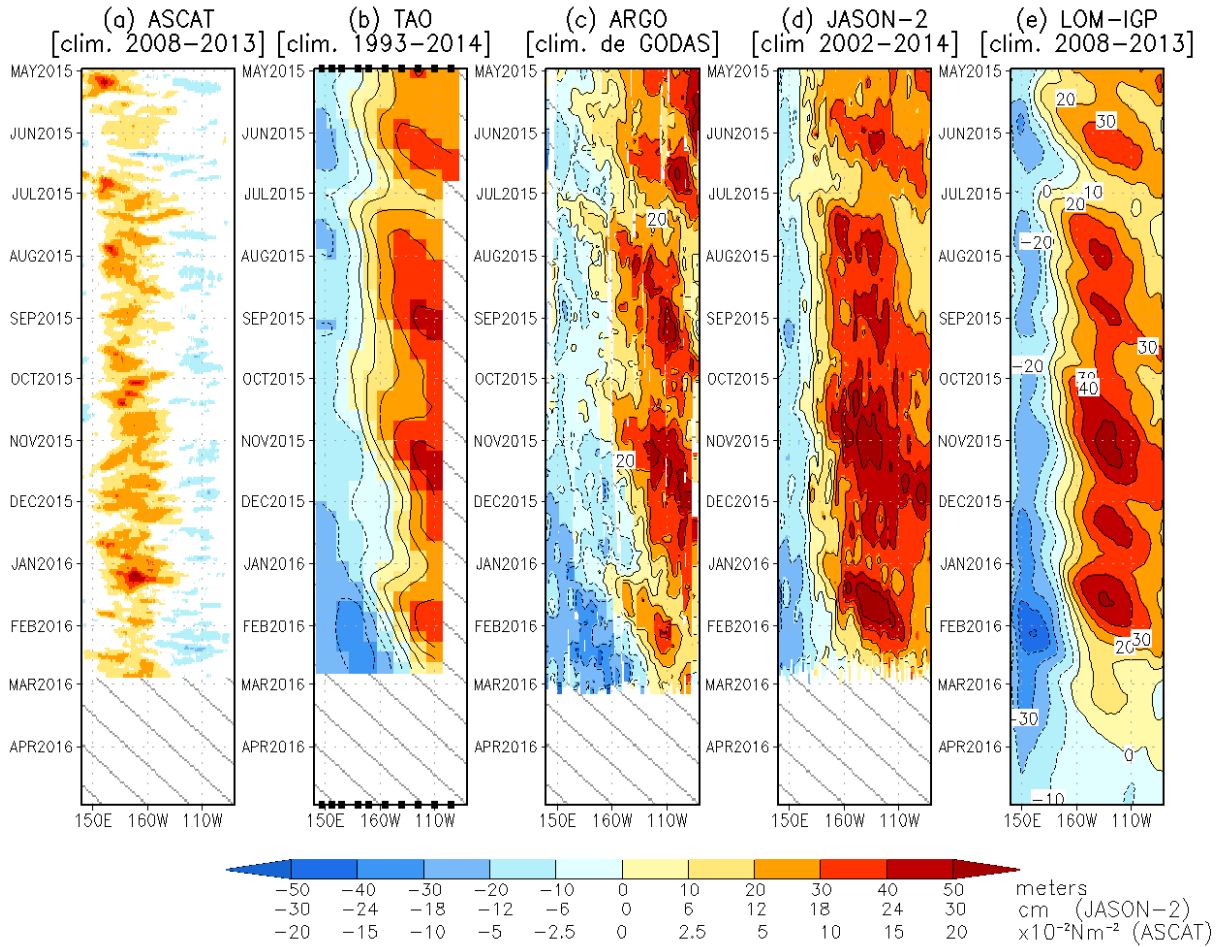
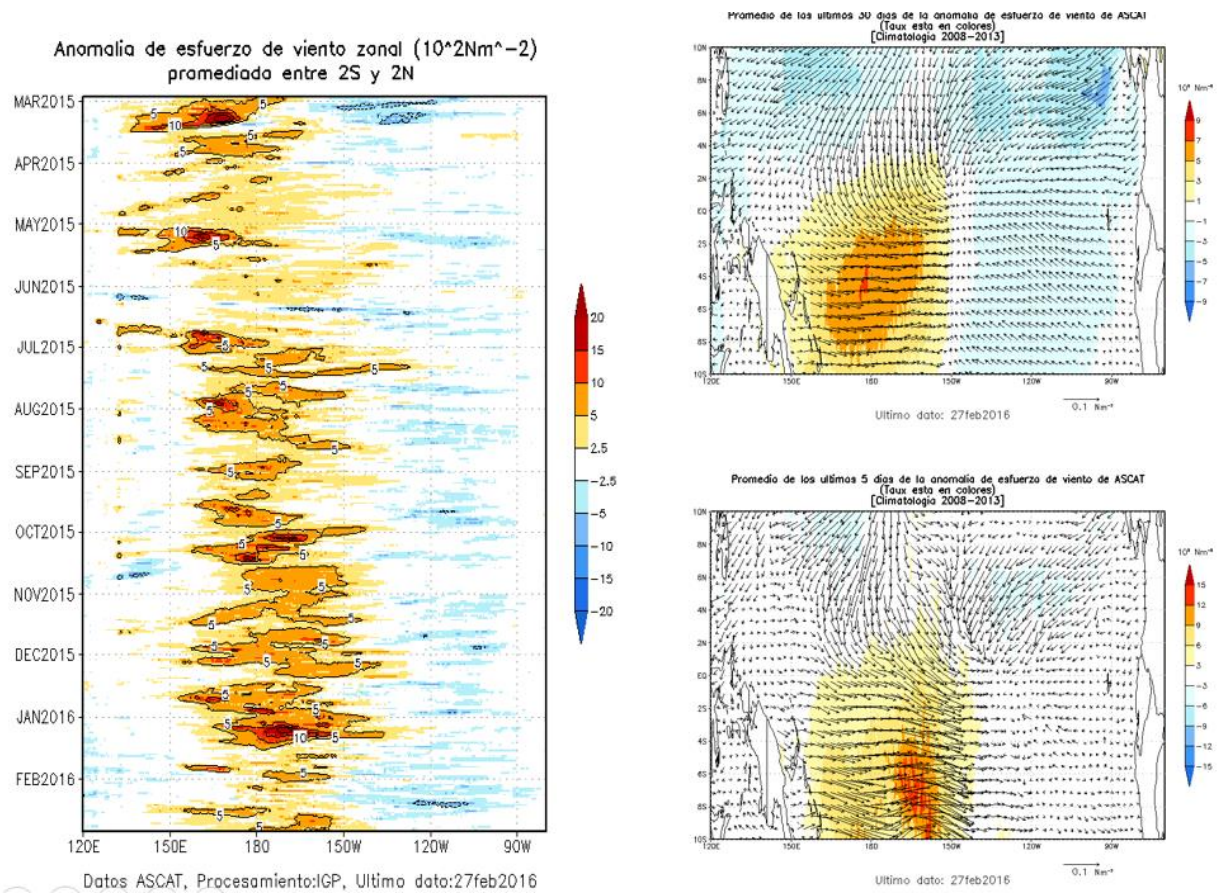


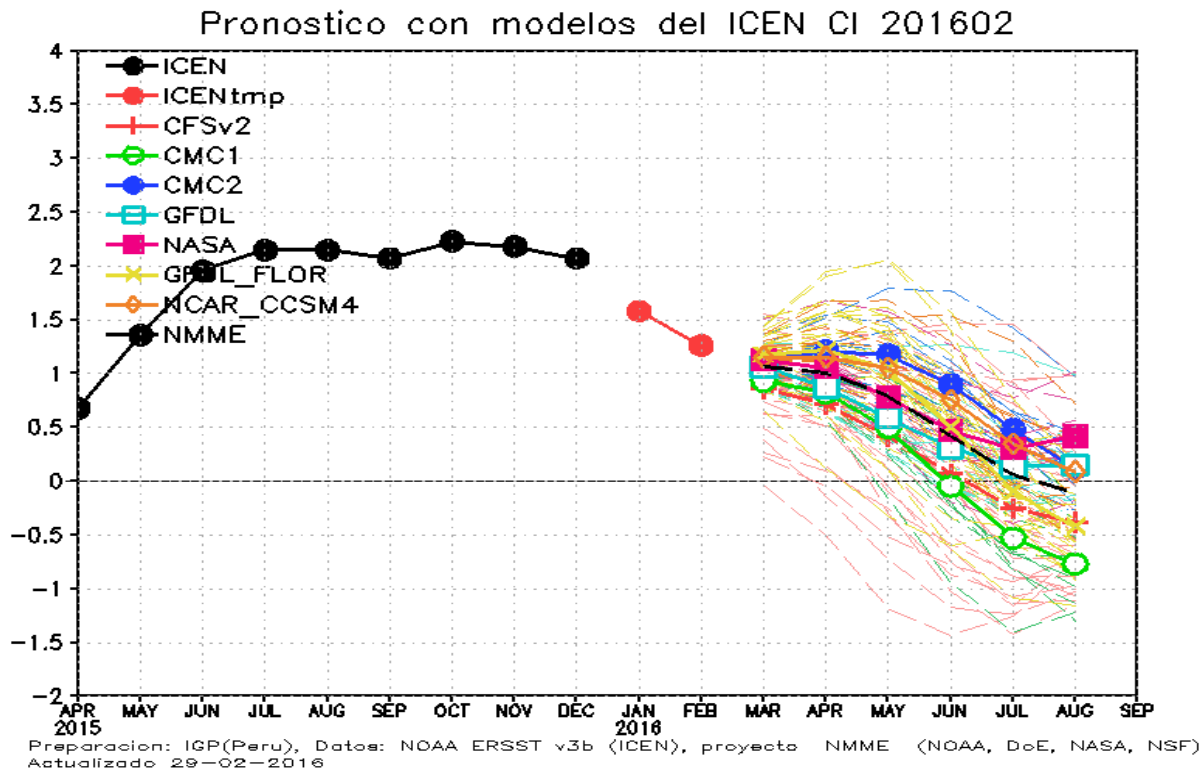
Figura 11. (a) Igual que la Figura 10, pero para LOM2a.



**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)

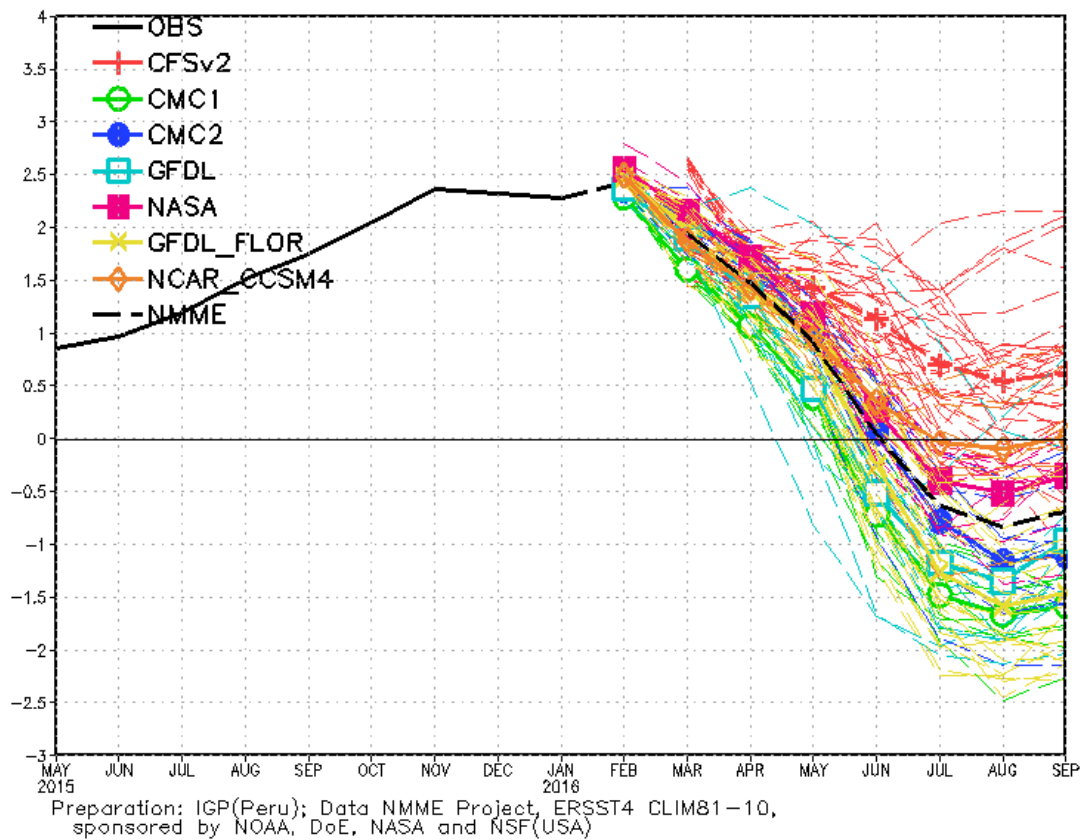


**Figura 13.** Izquierda: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT. Derecha (superior): Mapa del promedio de 30 días. Derecha (inferior): Mapa del promedio de 5 días, hasta el 27 de febrero del 2016, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal. (Elaboración: IGP)

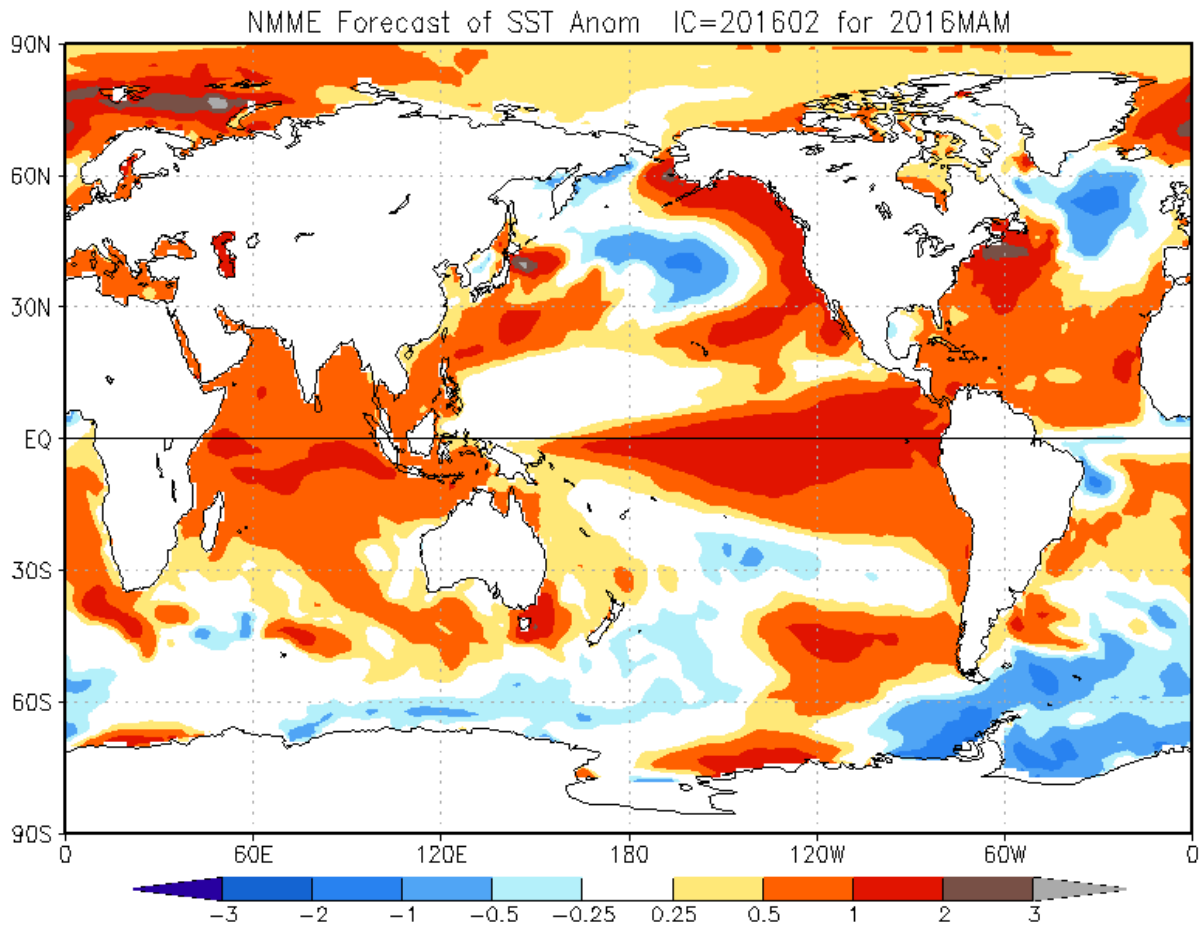


**Figura 14.** Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y sus valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas 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 febrero de 2016. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de febrero 2016. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF).

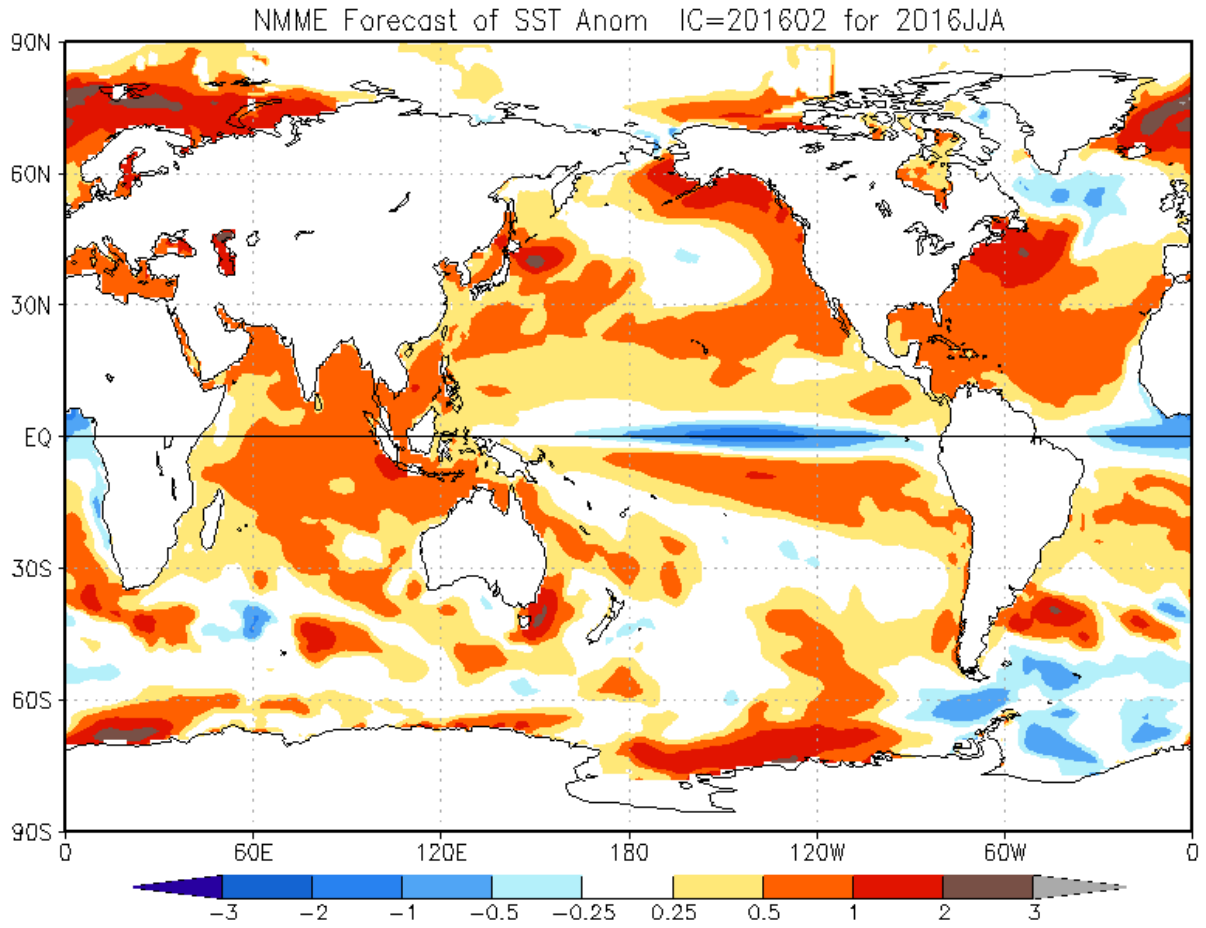
### NMME Forecast for Nino 3.4 IC=201602



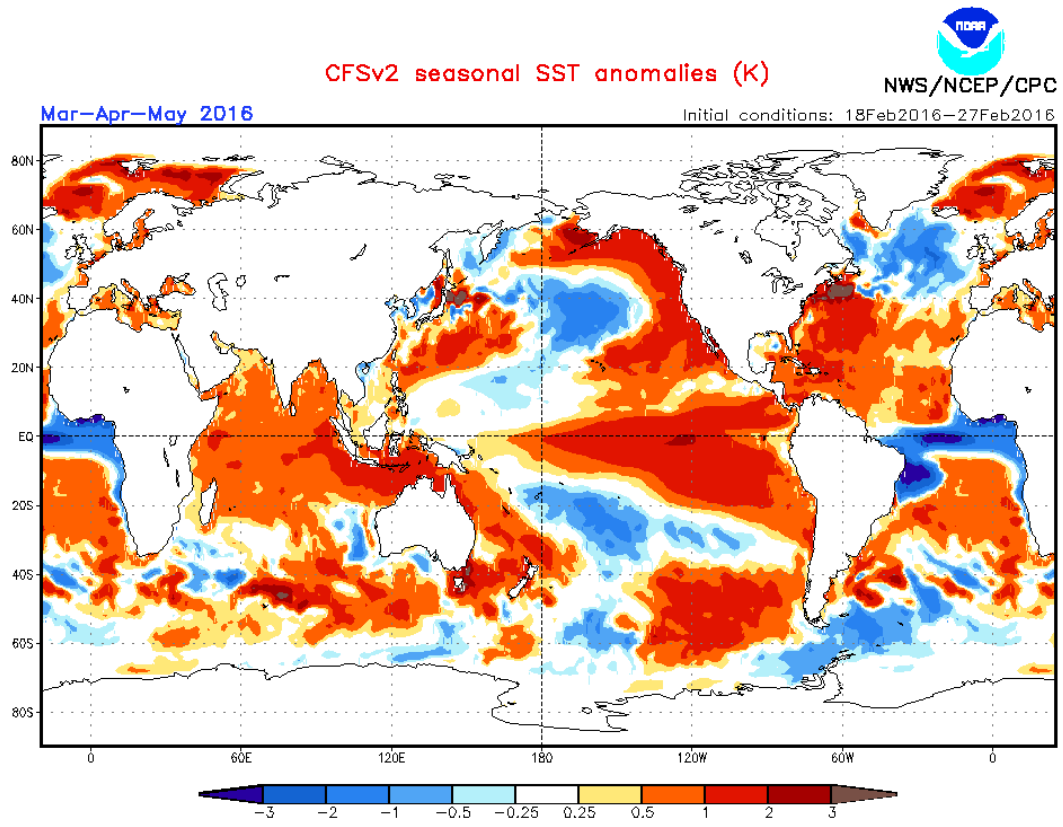
**Figura 15.** Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)



**Figura 16.** 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 marzo-mayo de 2016 con condiciones iniciales de enero de 2016. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)



**Figura 17.** Similar a la Fig.16, pero para el trimestre junio- agosto de 2016.



**Figura 18.** Pronósticos numéricos de anomalía de TSM para el periodo marzo - mayo 2016 por el modelo CFSv2 con condiciones iniciales entre el 18-27 de febrero de 2016 . (Fuente: NOAA).