

**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/El Niño-IGP/2019-01
20 /02/2019**

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión 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

Para el mes de diciembre de 2018, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), tanto de los datos de ERSSTv3 y el estimado con OISSTv2, se presentó una condición climática Cálida Débil con valores de $ICEN = 0,81\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $ICENOI=0,46\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los valores temporales del ICEN ($ICEN_{tmp}$) y el ICENOI ($ICENOI_{tmp}$) para los meses de enero y febrero 2019, coinciden en mostrar condiciones Cálidas Débiles. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que en diciembre de 2018 se tuvo una condición Cálida Débil ($0,83\text{ }^{\circ}\text{C}$); según los estimados temporales, para el mes de enero la condición también sería Cálida Débil.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, se espera que arribe una onda Kelvin fría en las siguientes semanas de febrero. Asimismo, se espera el arribo de dos ondas Kelvin cálidas para: 1) fines de febrero e inicios de marzo y 2) fines de marzo e inicios de abril.

Según el promedio de los siete modelos numéricos climáticos de NMME, inicializados con condiciones del mes de febrero 2019, se esperan condiciones Cálidas Débiles para el Pacífico oriental hasta el mes de agosto de 2019.

En la región del Pacífico central ecuatorial, el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Débiles hasta el mes de julio de 2019.

En relación a los pronósticos de los modelos numéricos, hay que tener en cuenta que la barrera de predictibilidad le daría menos confianza a los resultados de estos modelos para otoño e invierno.

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 la Comisión 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 de la actividad y presidencia del ENFEN, 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 enero de 2019 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 diciembre de 2018 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1. El valor de diciembre corresponde a una condición Cálida Débil.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones
2018	Setiembre	-0.18	Neutra
2018	Octubre	0.16	Neutra
2018	Noviembre	0.54	Cálida Débil
2018	Diciembre	0.81	Cálida Débil

Tabla 1. Valores recientes del ICEN (ERSST v3b).
(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Para los meses más recientes se generan versiones preliminares y temporales de este índice (ICENtmp) combinando ERSST con otras fuentes.

Año	Mes	ICENtmp	Condiciones	Fuente
2019	Enero	0.87	Cálida Débil	2018/12-2019/01: ERSST; 2019/02: NMME
2019	Febrero	0.70	Cálida Débil	2019/01: ERSST; 2019/02-03: NMME

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENtmp)

Según los valores del ICENtmp, se estima que en los meses de enero y febrero de 2019 las condiciones serían del tipo Cálidas Débiles. El ICEN de enero será confirmado cuando se disponga del valor de ERSSTv3 para el mes de febrero de 2019.

Los valores del ICENOI, calculado de la misma forma que el ICEN pero usando los datos mensuales de OISST v2 y las climatologías de ERSST v3b (<http://www.met.igp.gob.pe/datos/climNino12.txt>), se muestran en la Tabla 3.

Año	Mes	ICENOI (°C)	Condiciones
2018	Setiembre	-0.33	Neutro
2018	Octubre	-0.06	Neutro
2018	Noviembre	0.34	Neutro

2018	Diciembre	0.46	Cálida Débil
------	-----------	-------------	--------------

Tabla 3. Valores recientes del ICENOI (OISST.v2)

Igualmente, se generaron las versiones preliminares y temporales de este índice (ICENotmp), combinando los datos de OISSTv2 con otras fuentes.

Año	Mes	ICENOItmp	Condiciones	Fuente
2019	Enero	0.57	Cálida Débil	2018/12-2019/01: OISSTv2; 2019/02: NMME
2019	Febrero	0.55	Cálida Débil	2019/01: OISSTv2; 2019/02-03: NMME

Tabla 4. Estimados preliminares del ICENOI (ICENOItmp)

Los valores del ICENOItmp estimados para enero y febrero de 2019 corresponden a condiciones Cálidas Débiles. El ICENOI de enero será confirmado cuando se disponga del valor de OISSTv2 para el mes de febrero de 2019.

Por otro lado, para el Pacífico Central (Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>), actualizado por la NOAA al mes de diciembre de 2018, es de 0,83 °C, correspondiente a condición Cálida Débil¹.

Año	Mes	ONI (°C)	Categoría
2018	Setiembre	0.50	Neutro
2018	Octubre	0.72	Cálida Débil
2018	Noviembre	0.87	Cálida Débil
2018	Diciembre	0.83	Cálida Débil

Tabla 5. Valores recientes del ONI. (Descarga:

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>, se trabaja solo con los últimos datos en tiempo real, por lo que puede haber discrepancias para los meses anteriores)

Los valores estimados (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos, indican condición Cálida Débil para los meses de enero y febrero de 2019. (Tabla 6).

Año	Mes	ONItmp	Condiciones	Fuente
2019	Enero	0.78	Cálida Débil	2018/12-2019/01: ERSSTv5; 2019/02: NMME
2019	Febrero	0.76	Cálida Débil	2019/01: ERSSTv5; 2019/02-03: NMME

Tabla 6. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

¹ Los umbrales para establecer la categoría de condiciones cálidas o frías débiles, moderadas, fuertes, y muy fuertes usando el ONI son ± 0.50 , ± 1.00 , ± 1.50 , y ± 2.00 , respectivamente (Nota Técnica ENFEN, 02-2015).

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Durante el mes de enero, según los datos observados (IR, MW, OSTIA) las anomalías de la TSM diaria en la región Niño 3.4, continuaron dentro de las condiciones cálidas débiles, manteniéndose en el orden de 0,7 a 0,9 °C (ver Figura 1a), descendiendo a valores cercanos a 0,7 °C en los primeros días del mes de febrero. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM indicó valores entre 1,0 a 0,7 °C. (Figura 1b).

El promedio mensual de las anomalías de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N), para el mes de enero, mostró anomalías del oeste según los datos de NCEP-NCAR y ASCAT. Sin embargo, estas anomalías fueron próximas a su climatología (Figura 2). En la primera semana de enero se observaron anomalías positivas en el Pacífico oeste (170°E - 180°) al igual que en la segunda semana, siendo de mayor intensidad en la región (150°E - 170°E). Por otro lado, se observaron anomalías negativas de poca intensidad entre 170°E - 120°W, y en la última semana se observaron, nuevamente, anomalías positivas de poca intensidad entre 140°E y 160°W (Figura 3, 7b, 8b). La inclinación de la termoclina ecuatorial se encuentra dentro de sus valores climatológicos y el contenido de calor continúa mostrando una tendencia hacia su normal (Figura 5). Además, se observa la isoterma de 20°C alrededor de su posición climatológica (95°W, 2°S-2°N) (Figura 5). La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) en la zona (170°E-140°W, 5°S-5°N) mostró valores inferiores a su normal, lo cual indica que se desarrollaron lluvias convectivas anómalas en la zona (Figura 7). Por otro lado, el OLR en la zona (170°W - 100°W, 5°S-5°N) continúa sobre su climatología (Figura 8).

En el Pacífico ecuatorial según los datos de ARGO, se puede apreciar que la presencia de la onda Kelvin fría está cerca de la costa americana mientras que la onda Kelvin cálida ya alcanzó los 140°W. La información de altimetría también muestra la presencia de la onda Kelvin cálida en esta región según el producto DUACS (Figura 4). Los pulsos de viento del oeste de fines de enero al oeste de la línea de cambio de fecha, al parecer, se proyectado en una onda Kelvin cálida, tal como lo muestran los modelos de ondas y datos observados.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según el pronóstico del modelo GFS se esperarían vientos del oeste (160°E y 180°) en la quincena del mes de febrero (Figura 11).

Las proyecciones teóricas indican que la onda Kelvin cálida, formada por pulsos de viento del oeste en el extremo occidental debe arribar a fines de febrero e inicios de marzo (Figura 9 y 10). Así mismo, se espera que otra onda Kelvin cálida, formada por un pulso de viento del oeste en la zona occidental entre 150°E y 180°, llegue a las costas americanas entre fines de marzo e inicios de abril. Ambas ondas podrían contribuir a mantener las anomalías de TSM por encima de su normal, al menos, hasta el inicio de otoño.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), según los 7 modelos climáticos de NMME (CFSv2, GFDL_CMC2.1, GFDL_FLOR, NASA_GEOS5v2, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2), con condiciones iniciales del mes de febrero de 2019, se indica, en promedio, condiciones Cálidas Débiles para el periodo de febrero a agosto de 2019, el modelo NASA indica condiciones neutras en este periodo (ver Tabla 7 y Fig. 12).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en febrero, el promedio de los 7 modelos indican condiciones Cálida Débiles de febrero a julio de 2019, el modelo NASA indica condiciones Neutras en este periodo (ver Tabla 8 y Fig. 13).

Modelo	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFS2		0.73	0.75	0.86	1.11	1.18	1.07	0.91
CMC1		0.78	0.64	0.47	0.46	0.53	0.51	0.46
CMC2		0.72	0.70	0.68	0.73	0.65	0.54	0.38
GFDL		0.77	0.68	0.35	0.09	0.03	0.20	0.46
NASA		0.44	0.33	0.06	-0.30	-0.74	-0.84	-0.71
GFDL_FLOR		0.73	0.57	0.25	0.40	0.72	1.05	1.00
NCAR_CCSM4		0.75	0.96	1.24	1.34	1.21	1.02	0.85
NMME		0.70	0.66	0.56	0.55	0.51	0.51	0.48
ICENtmp	0.87							

Tabla 7. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de febrero de 2019

	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFS2		0.95	1.10	1.20	1.15	1.14	1.10	0.98
CMC1		0.58	0.47	0.45	0.46	0.42	0.33	0.22
CMC2		0.72	0.66	0.59	0.50	0.37	0.19	-0.04
GFDL		0.88	0.96	1.00	1.05	1.03	0.87	0.60
NASA		0.50	0.33	0.22	0.07	-0.06	-0.12	-0.15
GFDL_FLOR		0.73	0.73	0.81	0.91	1.00	1.02	0.93
NCAR_CCSM4		0.92	0.97	0.99	0.97	0.94	0.88	0.78
NMME		0.75	0.75	0.75	0.73	0.69	0.61	0.47
ONItmp	0.78							

Tabla 8. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de febrero de 2019

Conclusiones:

1. El ICEN (SSTOI) para diciembre de 2018 fue de 0.46 (Cálida débil) y el ICENtmp para enero y febrero son 0.57 y 0.55 respectivamente (Cálidas Débiles). Usando ERSSTv3 mensual para el cálculo (ICEN), los valores correspondientes son 0.81 (Cálida Débil) , y los temporales para enero y febrero son cálidos débiles 0.87 y 0.70, respectivamente.
2. En el Pacífico central, el ONI de diciembre (NDE) es 0.83 y corresponde a condiciones Cálida Débil y el estimado para enero y febrero también sería de condición Cálida Débil.
3. Según ASCAT y TAO, a fines del mes de enero se desarrollaron vientos del oeste al

oeste de la línea de cambio de fecha

4. Basado en los datos de ARGO, la termoclina ecuatorial muestra una inclinación cerca a su promedio, y el contenido de calor continúa con una tendencia a su normal.
5. Según los datos de ARGO, se aprecia que la señal de la onda Kelvin fría está cerca a la costa americana mientras que la onda Kelvin cálida ya alcanzó los 140W. La información de altimetría también muestra la presencia de la onda Kelvin cálida en dicha región.
6. Las proyecciones teóricas indican que la onda Kelvin cálida, formada por pulsos de viento del oeste en el extremo occidental debe arribar a fines de febrero e inicios de marzo. Asimismo, se espera que otra Kelvin cálida, llegue a las costas americanas entre fines de marzo e inicios del mes de abril.
7. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de febrero en promedio indican condiciones cálidas débiles de marzo a agosto de 2019, el modelo NASA es el único que indica condiciones Neutras en este periodo.
8. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Débiles de marzo a julio de 2019.

Bibliografía

- **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.
- Cravatte, S., W. S. Kessler, N. Smith, S. E. Wijffels, Ando, K., Cronin, M., Farrar, T., Guilyardi, E., Kumar, A., Lee, T., Roemmich, D., Serra, Y., Sprintall, J., Strutton, P., Sutton, A., **Takahashi, K.** y Wittenberg, A., 2016: First Report of TPOS 2020. GOOS-215, 200 pp. [<http://tpos2020.org/first-report>]
- DiNezio, P., 2016: Desafíos en la predicción de La Niña, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 3 (9), 4-8.
- **ENFEN 2012**: Definición operacional de los eventos "El Niño" y "La Niña" y sus magnitudes en la costa del Perú. *Nota Técnica ENFEN*.
- **ENFEN 2015**: Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. *Nota Técnica ENFEN 02-2015*.
- Huang, B., Thorne, P.W, Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., Zhang, H.-M., 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons, *J. Climate*, doi: [10.1175/JCLI-D-16-0836.1](https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1)
- Kug, J.-S., Jin, F.-F., An, S.-I., 2009: Two types of El Niño events: Cold tongue El Niño and warm pool El Niño. *J. Climate* 22, 6, 1499–1515, doi:10.1175/2008JCLI2624.1.
- Lavado-Casimiro, W., **Espinoza, J. C.**, 2014: Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007), *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29 (2), 171-182.
- Meehl G, Hu A, Teng H, 2016: Initialized decadal prediction for transition to positive phase of the Interdecadal Pacific Oscillation. *Nature Communications*, doi:

- 10.1038/ncomms11718
- **Morera, S. B.**, Condom, T., Crave, A., Steer, P., and Guyot, J. L., 2017: The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). Scientific Reports, v. 7, No. 1, p. 11947 DOI:10.1038/s41598-017-12220-x.
 - **Mosquera, K.**, 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para obtener el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
 - **Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos**, 2010: 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, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.
 - **Mosquera, K.**, 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 4-7
 - **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.
 - **Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C.**, Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W., 2017: Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. Int. J. Climatol. Doi:10.1002/joc.5185
 - **Takahashi, K.**, 2017: Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 8-9.
 - **Takahashi, K., Martínez, A. G.**, 2016: The very strong El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. Climate Dynamics, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.
 - Thoma M, Greatbatch R, Kadow C, Gerdes R, 2015: Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. Geophys. Res. Lett. doi:10.1002/2015GL064833

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

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)
Jorge Reupo, 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

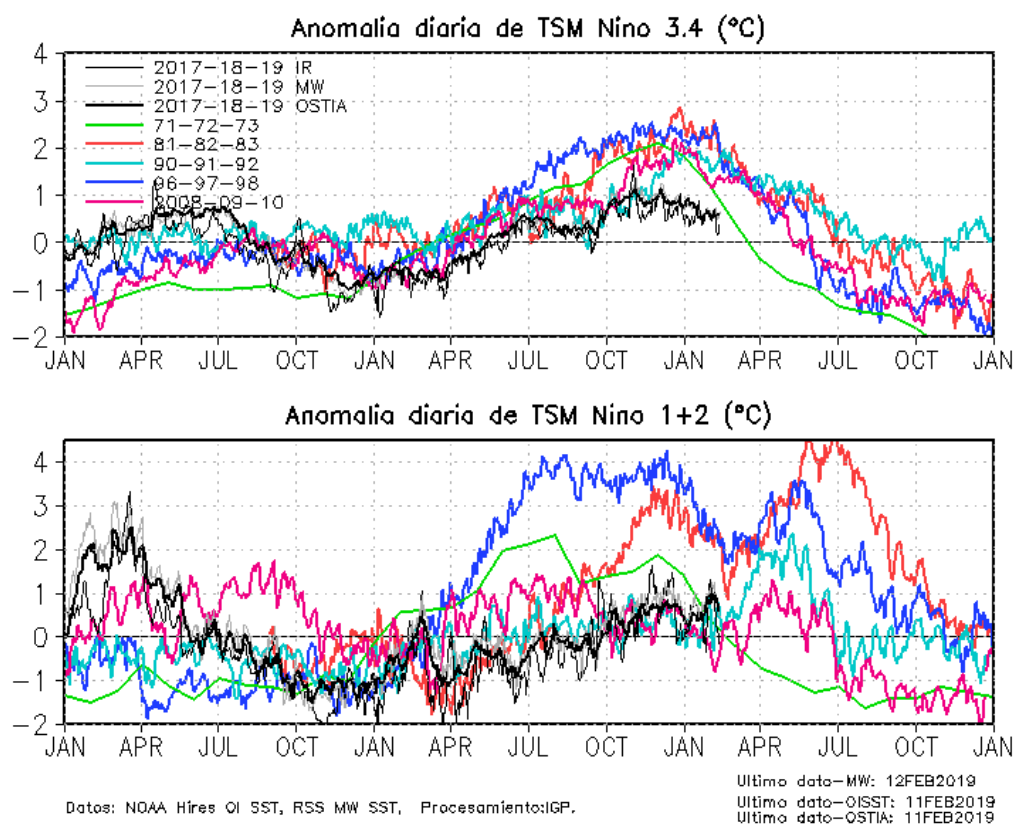


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color rojo, azul, celeste y verde, indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años de Niña costera 1985, 2007, 2010 y 1988. Elaboración: IGP.

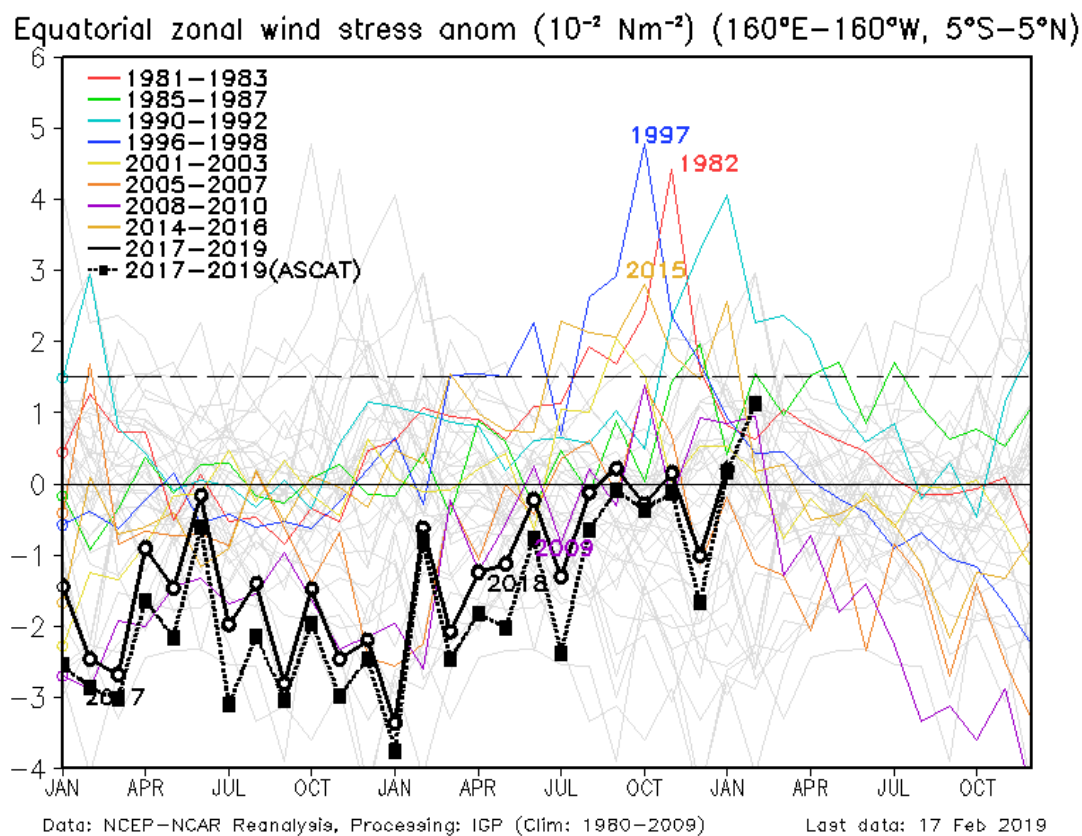


Figura 2. Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ($160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) obtenido de los datos de NCEP-NCAR y ASCAT, el último dato representa el promedio de los primeros quince días de febrero. Elaboración: IGP.

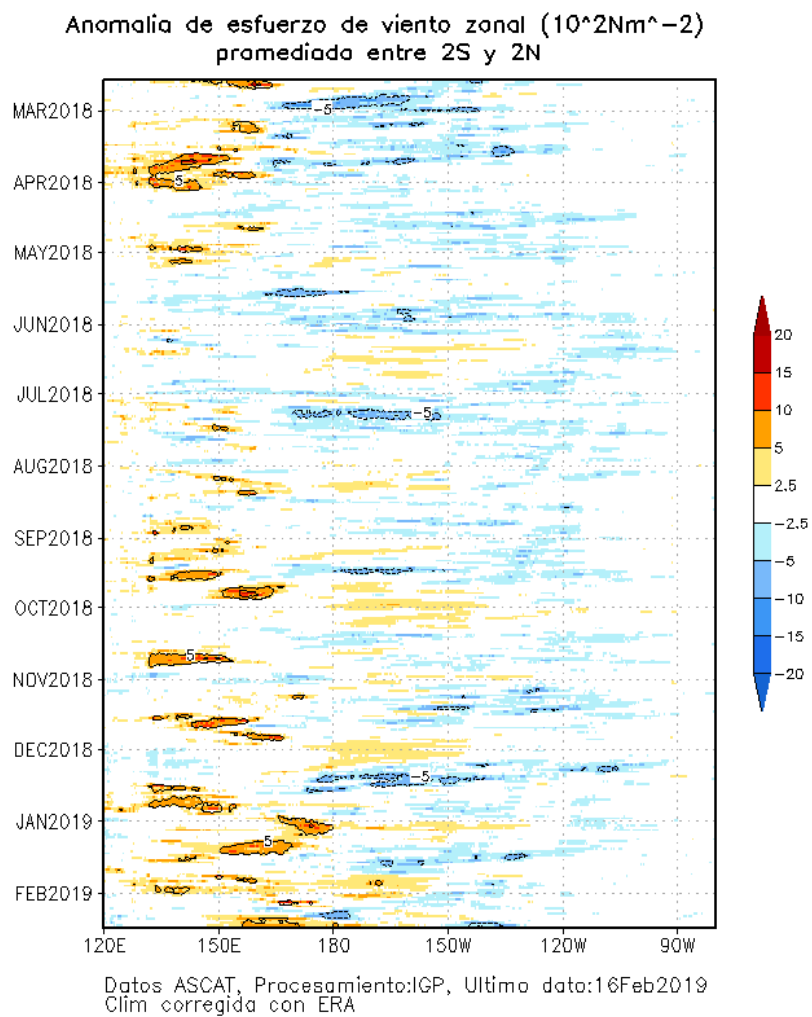


Figura 3. Izquierda: Diagrama longitudin-tempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT, hasta el 16 de febrero de 2018, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal (Elaboración: IGP).

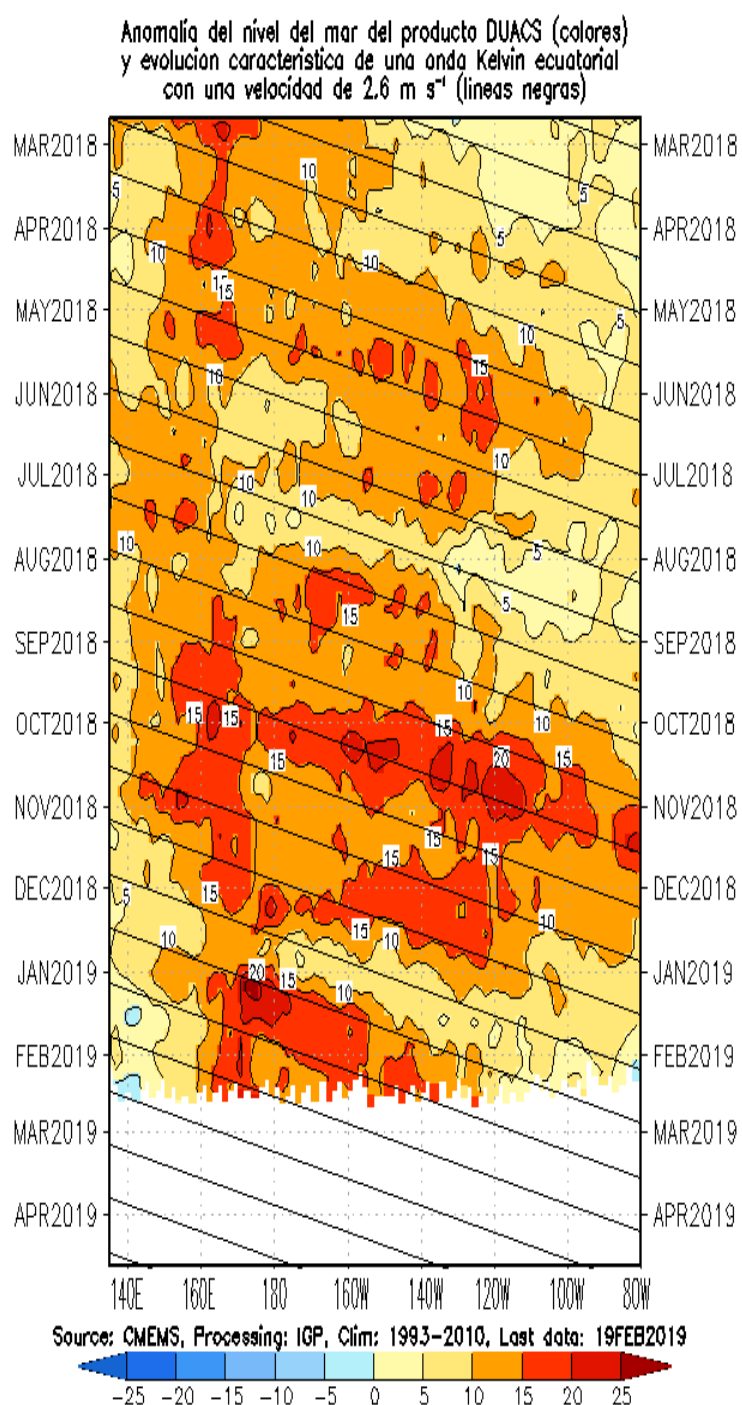


Figura 4. Anomalia del Nivel medio del mar en el Pacifico ecuatorial
Producto DUACS.
Elaboración IGP

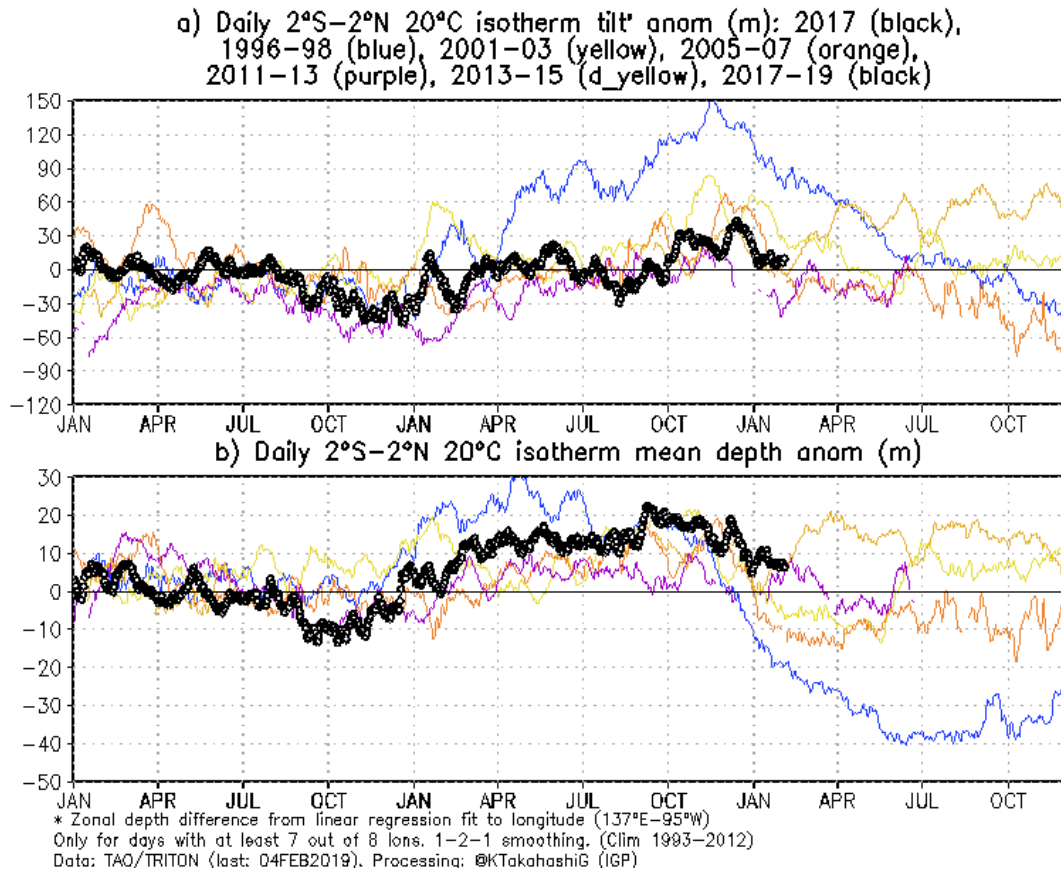


Figura 5 a) Inclínación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.

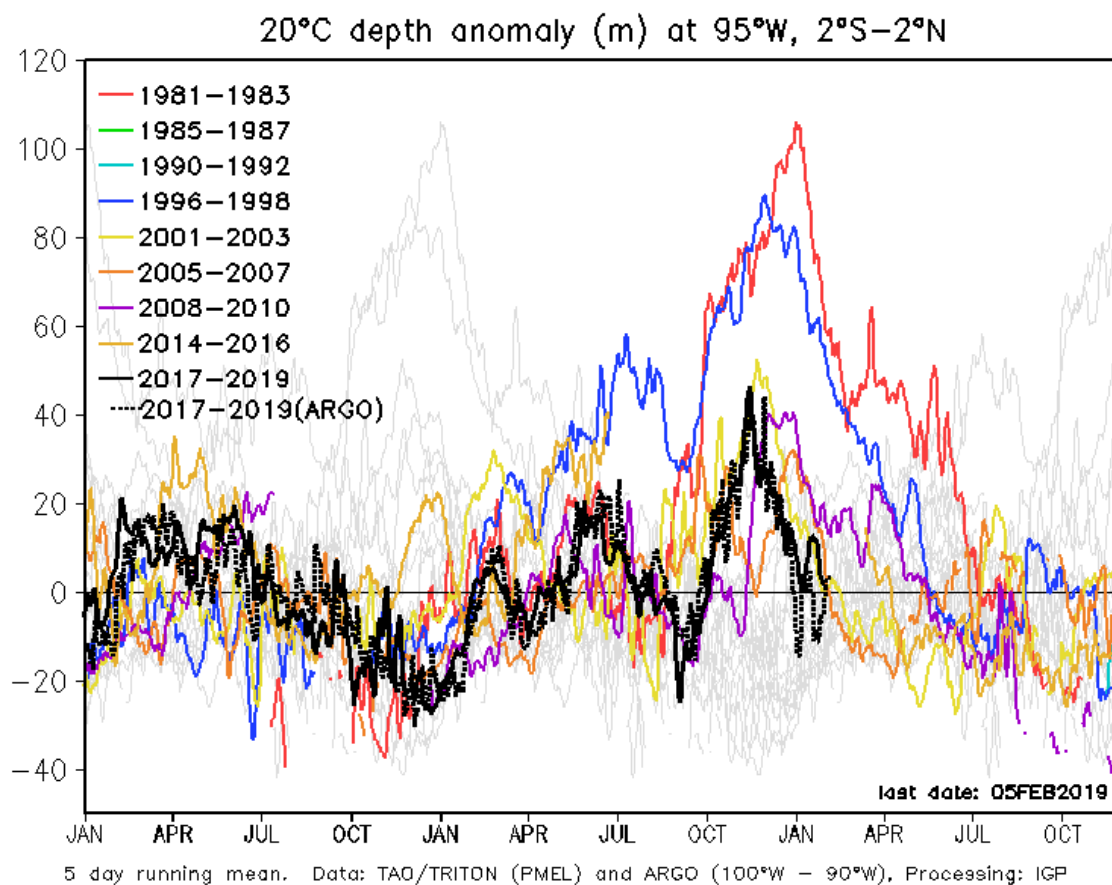


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO.

Fuente: IGP

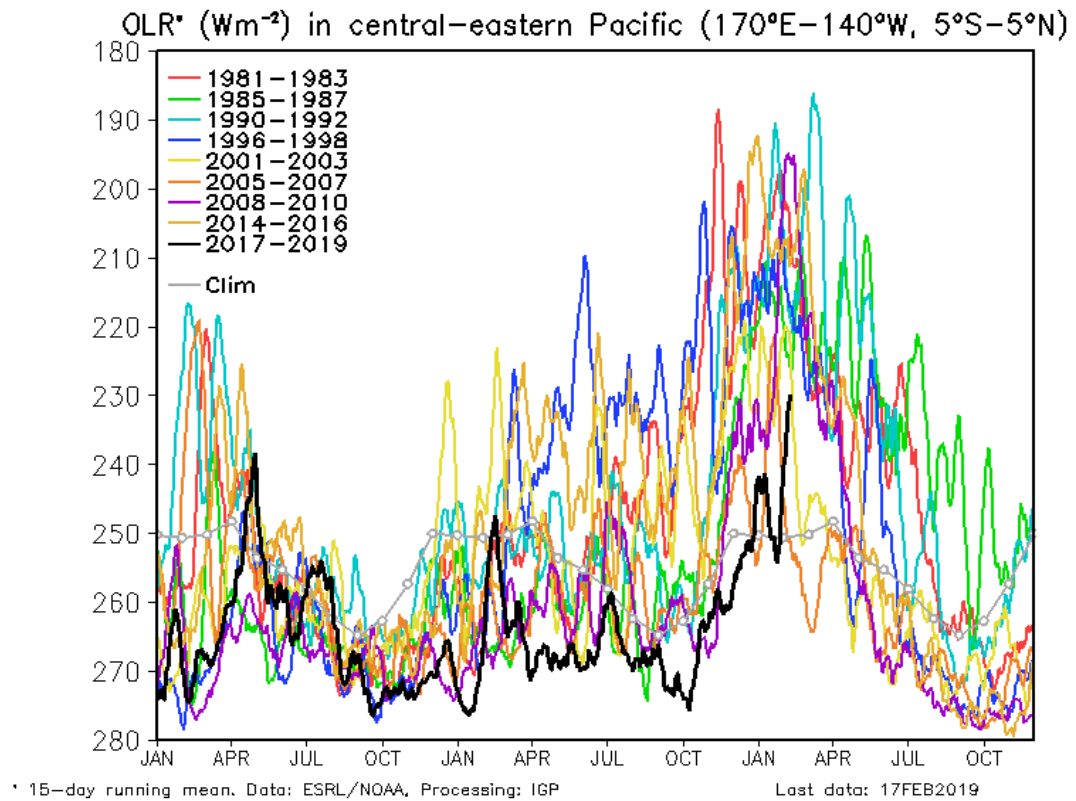


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

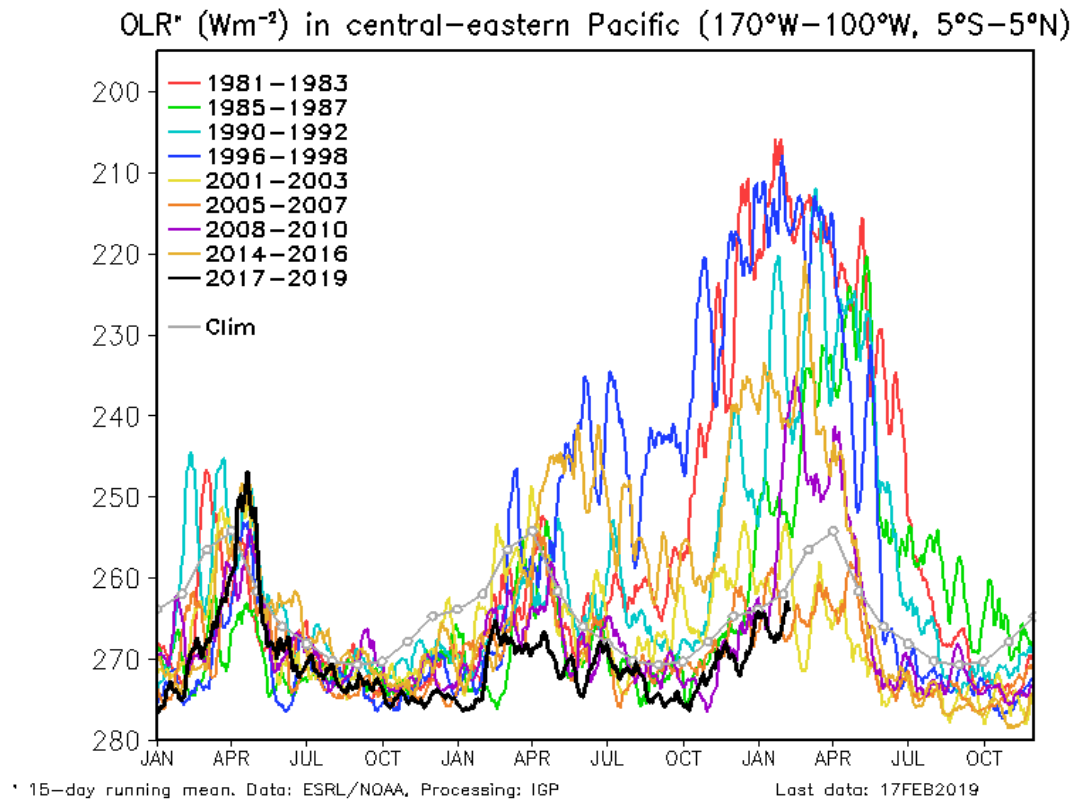


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

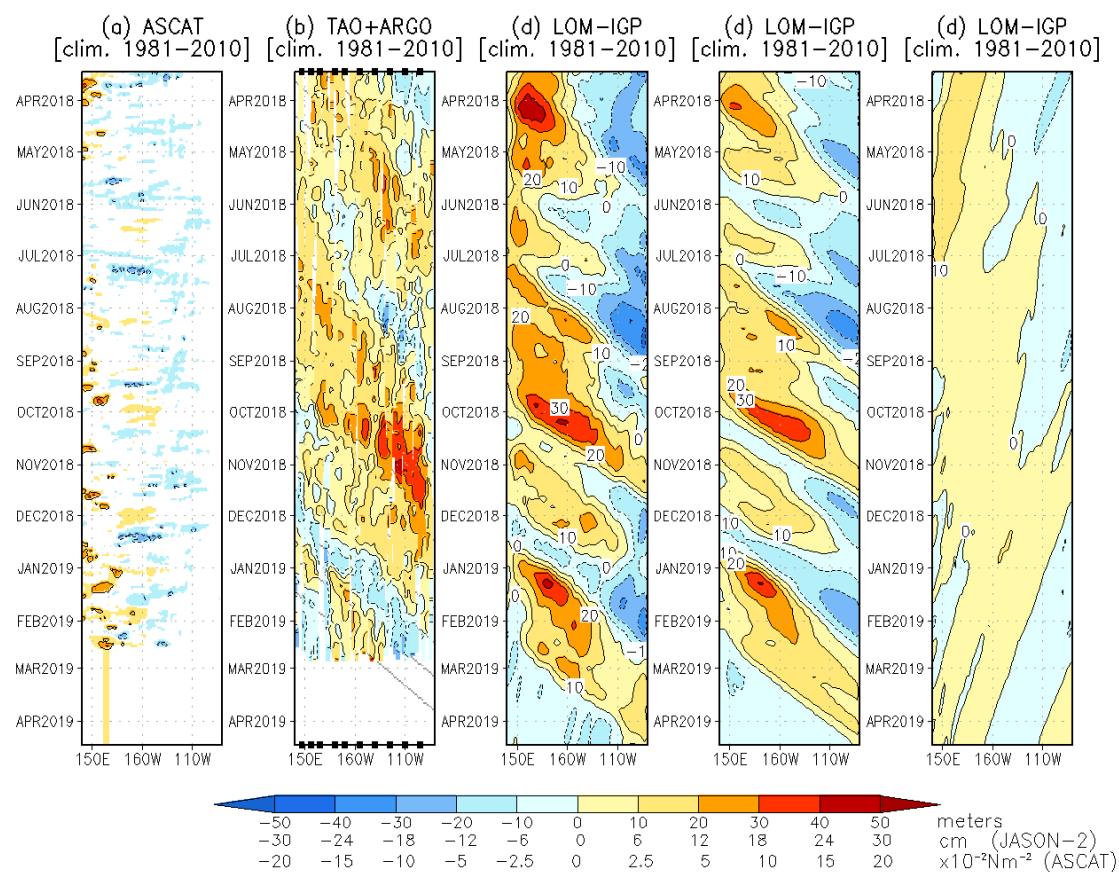


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b) , diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rosbby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

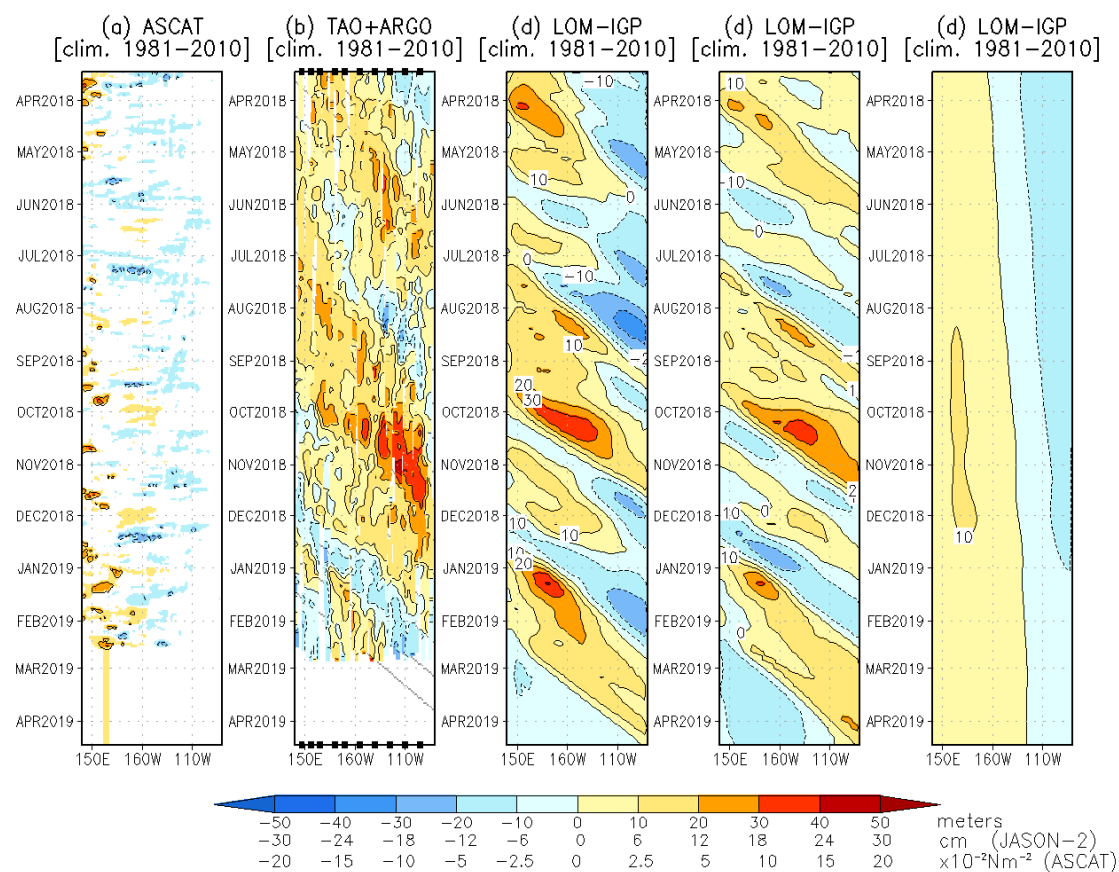


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda Kelvin (tercer panel), onda Kelvin intraestacional (cuarto panel), Onda Kelvin interanual multiplicado por un factor de dos (quinto panel). Las tres figuras de la derecha son resultados numéricos de un modelo oceánico lineal, forzado con información de vientos de ASCAT. Las líneas diagonales representan la trayectoria que tendría la onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

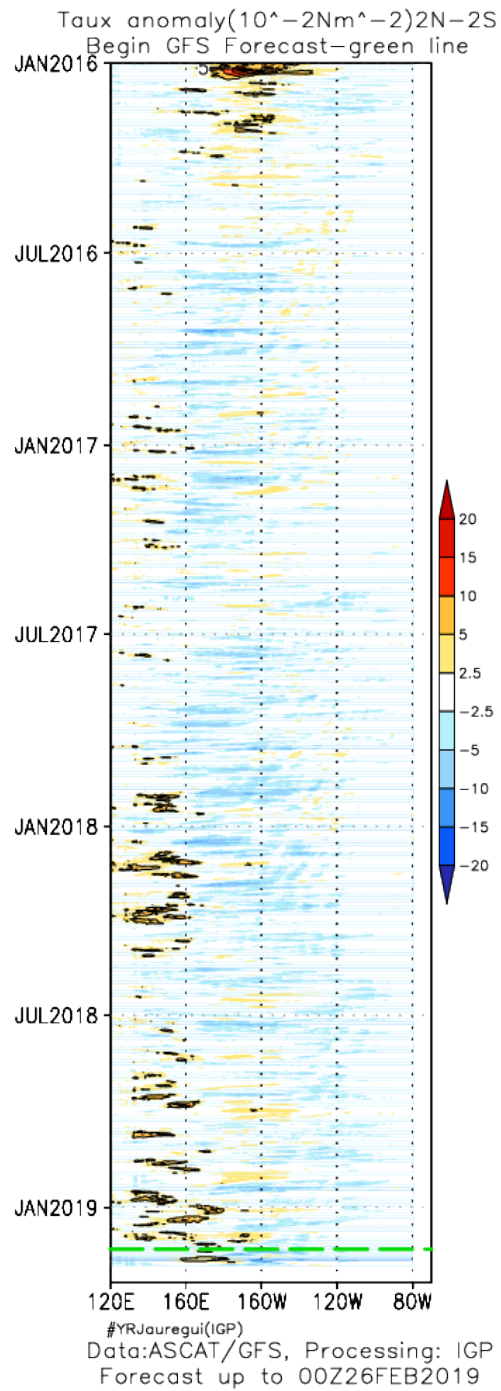


Figura 11: Pronóstico de vientos del modelo GFS en el Pacífico ecuatorial (2°N-2°S), hasta el 26 de febrero de 2019.

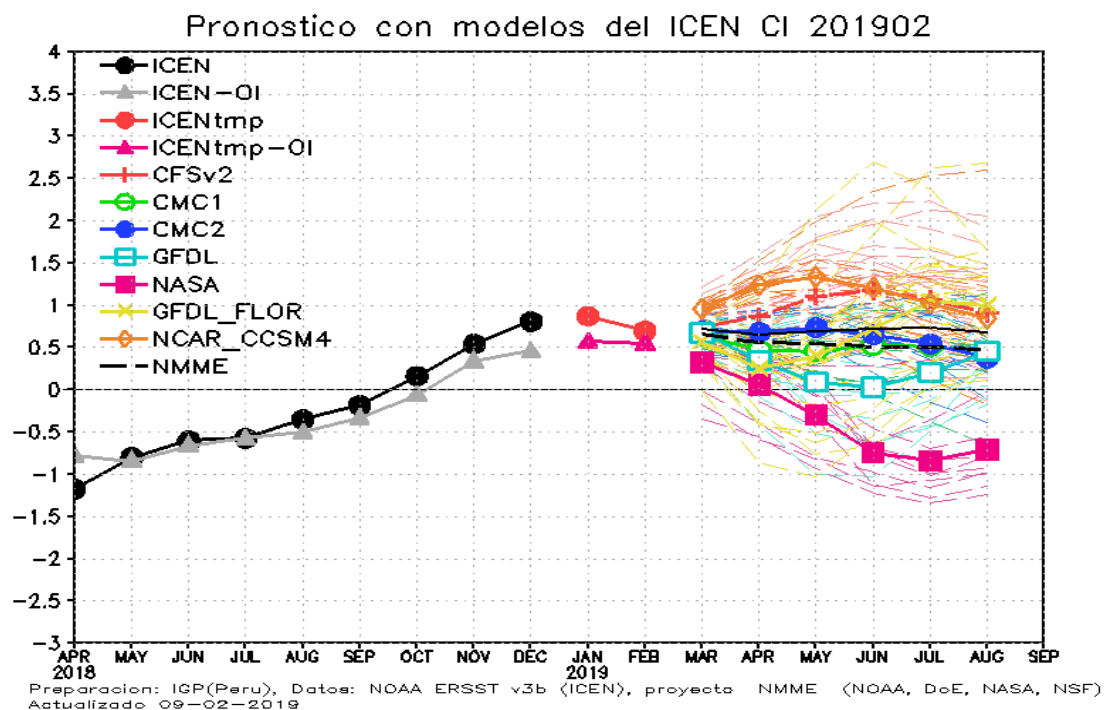


Figura 12. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno y ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA_GEOS5v2 GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de febrero de 2019. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

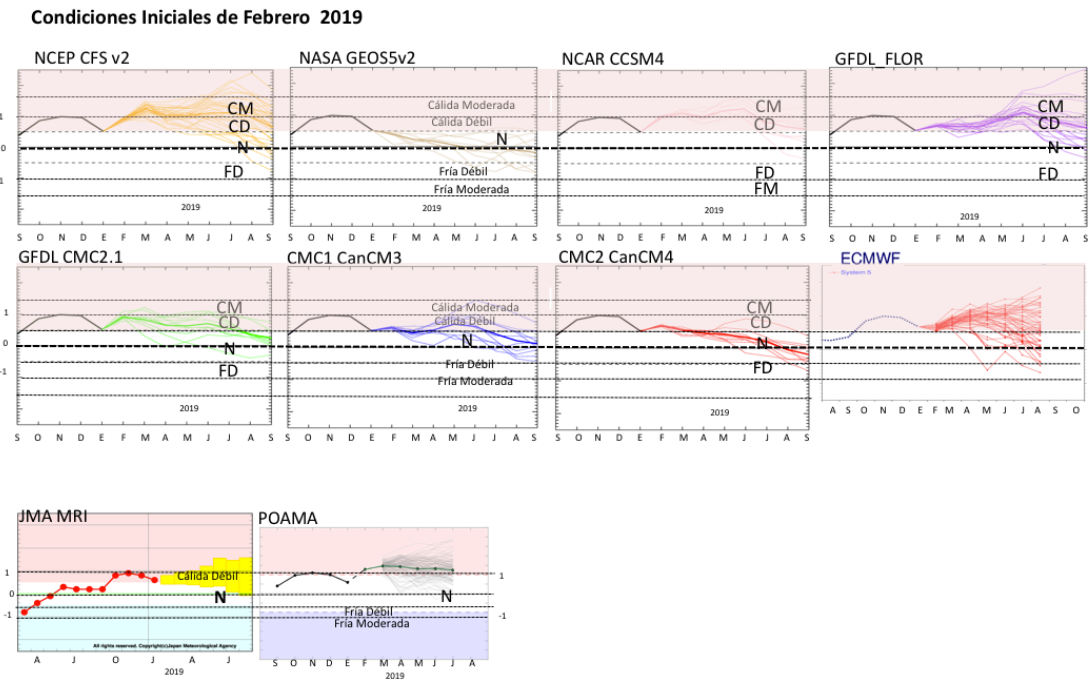


Figura 13. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.