

**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/2018-09  
13 /10/2018**

**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**

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), basado en los datos de ERSSTv3 para el mes de agosto de 2018, la condición climática para la costa peruana es Neutra (ICEN =  $-0,35$  °C) al igual que el valor estimado con datos de OISSTv2 (ICENOI =  $-0,50$  °C). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) para los meses de setiembre y octubre, también coinciden en mostrar condiciones Neutras. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que en agosto de 2018 se tuvo una condición Neutra ( $0,14$  °C); la cual se mantendría para setiembre según los estimados temporales.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin hasta el mes de diciembre en el extremo oriental. Según el promedio de los siete modelos numéricos de NMME, inicializados con condiciones del mes de octubre de 2018, se esperan condiciones Cálidas Débiles para el Pacífico oriental hasta el mes de abril de 2019.

En la región del Pacífico central ecuatorial, el promedio de los modelos de NMME muestran condiciones Cálidas Moderadas entre los meses de noviembre de 2018 y abril de 2019.

## **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 setiembre de 2018 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 agosto de 2018 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1. El valor de agosto corresponde a una condición Neutra.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ICEN (°C)</b> | <b>Condiciones</b> |
|------------|------------|------------------|--------------------|
| 2018       | Mayo       | <b>-0.80</b>     | Neutra             |
| 2018       | Junio      | <b>-0.60</b>     | Neutra             |
| 2018       | Julio      | <b>-0.57</b>     | Neutra             |
| 2018       | Agosto     | <b>-0.35</b>     | Neutra             |

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.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ICENtmp</b> | <b>Condiciones</b> | <b>Fuente</b>                       |
|------------|------------|----------------|--------------------|-------------------------------------|
| 2018       | Setiembre  | -0.16          | Neutro             | 2018/08-09: ERSST;<br>2018/10: NMME |
| 2018       | Octubre    | 0.16           | Neutro             | 2018/09: ERSST; 2018/10-11: NMME    |

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENtmp)

Según los valores del ICENtmp, se estima que en los meses de setiembre y octubre de 2018 las condiciones serían del tipo Neutras. El ICEN de setiembre será confirmado cuando se disponga del valor de ERSSTv3b para el mes de octubre de 2018.

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.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ICENOI (°C)</b> | <b>Condiciones</b> |
|------------|------------|--------------------|--------------------|
| 2018       | Mayo       | <b>-0.84</b>       | Neutro             |
| 2018       | Junio      | <b>-0.66</b>       | Neutro             |
| 2018       | Julio      | <b>-0.57</b>       | Neutro             |
| 2018       | Agosto     | <b>-0.50</b>       | Neutro             |

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

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

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ICENOItmp</b> | <b>Condiciones</b> | <b>Fuente</b>                      |
|------------|------------|------------------|--------------------|------------------------------------|
| 2018       | Setiembre  | -0.32            | Neutro             | 2018/08-09: OISSTv2; 2018/10: NMME |
| 2018       | Octubre    | -0.02            | Neutro             | 2018/09: OISSTv2; 2018/10-11: NMME |

Tabla 4. Estimados preliminares del ICENOI (ICENOItmp)

Los valores del ICENOItmp estimados para setiembre y octubre de 2018 corresponden a condiciones Neutras. El ICENOI de setiembre será confirmado cuando se disponga del valor de OISST v2 para el mes de octubre de 2018.

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 agosto de 2018, es de 0.14°C, correspondiente a condición Neutra<sup>1</sup>.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ONI (°C)</b> | <b>Categoría</b> |
|------------|------------|-----------------|------------------|
| 2018       | Mayo       | <b>-0.14</b>    | Neutro           |
| 2018       | Junio      | <b>0.06</b>     | Neutro           |
| 2018       | Julio      | <b>0.11</b>     | Neutro           |
| 2018       | Agosto     | <b>0.14</b>     | Neutro           |

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 Neutra para el mes de setiembre y condición Cálida Débil para octubre. (Tabla 6).

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ONItmp</b> | <b>Condiciones</b> | <b>Fuente</b>                      |
|------------|------------|---------------|--------------------|------------------------------------|
| 2018       | Setiembre  | 0.41          | Neutro             | 2018/08-09: ERSSTv5; 2018/10: NMME |
| 2018       | octubre    | 0.76          | Cálida Débil       | 2018/09: ERSSTv5; 2018/10-11: NMME |

Tabla 6. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

### Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Según los datos observados (IR, MW, OSTIA), en el Pacífico central las anomalías de la TSM diaria, se presentaron dentro de las condiciones Neutras, manteniéndose en el orden de 0.3 a 0.6 °C (ver Figura 1a), con valores cercanos a 0.9 °C en los primeros días del mes de octubre. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM indicó valores entre -0.2 a 0.4 °C (Figura 1b).

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

El promedio mensual de las anomalías de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) mostró anomalías del oeste (Figura 2), próximo a su climatología; en la primera y tercera semana de setiembre se observaron anomalías positivas en el Pacífico oeste entre 130°E y 150°E y 2°S-2°N y en la cuarta semana siendo más intensa entre 160° E y 165°W y 2°S-2°N. Por otro lado, también se observaron anomalías negativas en la segunda semana del mes de setiembre, siendo la más intensa entre (180°-155°W; 2°S-2°N) (Figura 3). La actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central y oriental, se encuentra por encima pero cerca a sus valores climatológicos (Figuras 4 y 5). La inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó oscilante alrededor de su estado normal, sin embargo, el contenido de calor se mantiene positivo (Figura 6).

En la región Niño 1+2, se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin Cálidas han impactado la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie incrementando sus valores desde la superficie y 50 metros de profundidad.

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

Según el análisis de los datos observados y resultados de los modelos numéricos, se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin hasta el mes de diciembre en el extremo oriental. (Figura 8 y 9).

### 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 de octubre, indican en promedio condiciones Cálidas Débiles para los meses entre noviembre y abril de 2019, el modelo CMC1 indica condiciones Neutras para los meses de noviembre y diciembre, y el modelo NASA indica condiciones Neutras en todos sus pronósticos.

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en octubre, el promedio de los 7 modelos indican condiciones Cálida Moderadas desde el mes de noviembre hasta abril de 2019. (Tabla 8 y Fig. 12).

| Modelo     | ASO   | SON  | OND  | NDE  | DEF   | EFM   | FMA   | MAM   |
|------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| CFS2       |       | 0.03 | 0.48 | 1.02 | 1.19  | 1.11  | 0.95  | 0.89  |
| CMC1       |       | 0.03 | 0.20 | 0.39 | 0.56  | 0.61  | 0.63  | 0.59  |
| CMC2       |       | 0.24 | 0.49 | 0.65 | 0.68  | 0.66  | 0.62  | 0.68  |
| GFDL       |       | 0.20 | 0.52 | 0.83 | 0.96  | 0.92  | 0.86  | 0.97  |
| NASA       |       | 0.00 | 0.03 | 0.00 | -0.13 | -0.30 | -0.36 | -0.30 |
| GFDL_FLOR  |       | 0.41 | 0.90 | 1.16 | 1.13  | 0.96  | 0.98  | 1.24  |
| NCAR_CCSM4 |       | 0.19 | 0.55 | 0.89 | 1.10  | 1.18  | 1.23  | 1.34  |
| NMME       |       | 0.16 | 0.45 | 0.71 | 0.78  | 0.73  | 0.70  | 0.77  |
| ICENtmp    | -0.16 |      |      |      |       |       |       |       |

Tabla 7. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de octubre de 2018

| Modelo     | ASO  | SON  | OND  | NDE  | DEF  | EFM  | FMA  | MAM  |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CFS2       |      | 1.15 | 1.66 | 1.81 | 1.77 | 1.68 | 1.58 | 1.48 |
| CMC1       |      | 0.60 | 0.77 | 0.81 | 0.80 | 0.82 | 0.83 | 0.76 |
| CMC2       |      | 0.72 | 0.96 | 1.04 | 1.07 | 1.13 | 1.20 | 1.16 |
| GFDL       |      | 0.71 | 1.12 | 1.42 | 1.60 | 1.72 | 1.80 | 1.79 |
| NASA       |      | 0.67 | 0.90 | 0.99 | 1.04 | 1.06 | 0.98 | 0.84 |
| GFDL_FLOR  |      | 0.61 | 0.88 | 1.06 | 1.18 | 1.29 | 1.36 | 1.29 |
| NCAR_CCSM4 |      | 0.84 | 1.16 | 1.27 | 1.29 | 1.32 | 1.36 | 1.34 |
| NMME       |      | 0.76 | 1.06 | 1.20 | 1.25 | 1.29 | 1.30 | 1.24 |
| ONItmp     | 0.41 |      |      |      |      |      |      |      |

**Tabla 8.** Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de octubre de 2018

### Conclusiones:

1. El ICEN para agosto de 2018 fue de -0.35 (Neutro) y el ICENtmp para setiembre y octubre fueron -0.16 y -0.16 (Neutro). Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son -0.50 (Neutro), y los temporales para setiembre y octubre son neutros -0.32 y -0.02, respectivamente. En el Pacífico central, el ONI de **agosto** (JAS) es **0.14** y corresponde a condiciones **Neutras** y el estimado para setiembre sería de condición **Cálida Débil**. La ATSM en la región Niño 3.4, fue, en promedio, 0.7°C.
2. Durante el mes de setiembre, según TAO, el promedio mensual mostró, como el mes anterior, vientos del oeste concentrados al oeste de la línea de cambio de fecha, mientras que al este se observaron principalmente vientos del este.
3. En lo que respecta a la anomalía de la TSM (profundidad de la termoclina), esta se mantuvo positiva, con un incremento en el extremo occidental (oriental).
4. Según TAO, durante setiembre y la primera semana de octubre se observó un pulso intenso de viento del oeste al oeste de la línea de cambio de fecha y entre este último y 140°W. Cabe mencionar que desde fines de setiembre se observa, como un aparente *background* de los pulsos de viento, un patrón de anomalía de viento débil del oeste en el Pacífico Ecuatorial.
5. El patrón anómalo de convección ecuatorial, en lugares estratégicos, muestra valores cercanos a su valor climatológico.
6. La inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó oscilante dentro de su estado normal, sin embargo, el contenido de calor se mantiene positivo.
7. Los pulsos de viento del oeste durante el mes de setiembre se proyectaron en una onda Kelvin que se observa alrededor de 160°W.
8. En la región Niño 1+2 se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin cálidas han impactado la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie incrementando sus valores desde la superficie y 50 metros de profundidad.
9. Se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin cálida hasta el mes de diciembre en el extremo oriental.

10. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME en promedio indican condiciones Cálidas Débiles de noviembre a abril de 2019. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Moderadas desde el mes de noviembre hasta abril 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., Stratton, 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
- **Moreira, 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 Magister 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/elnino/boletines.html>

### **Equipo**

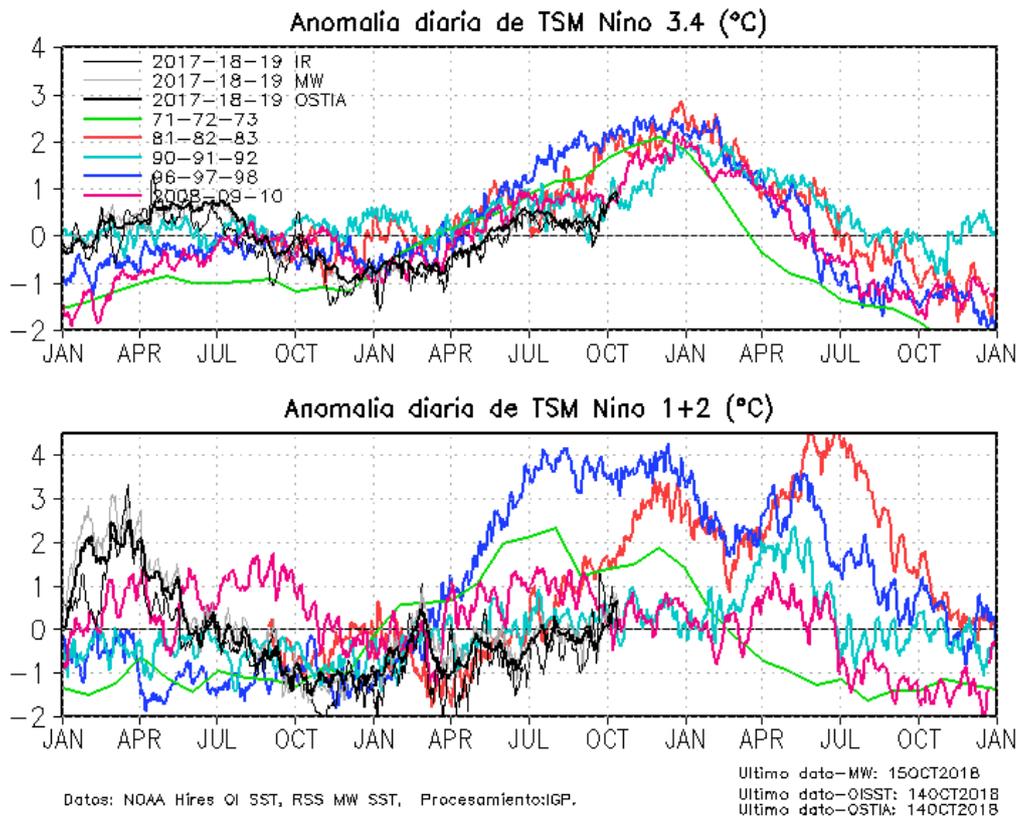
Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Bach.

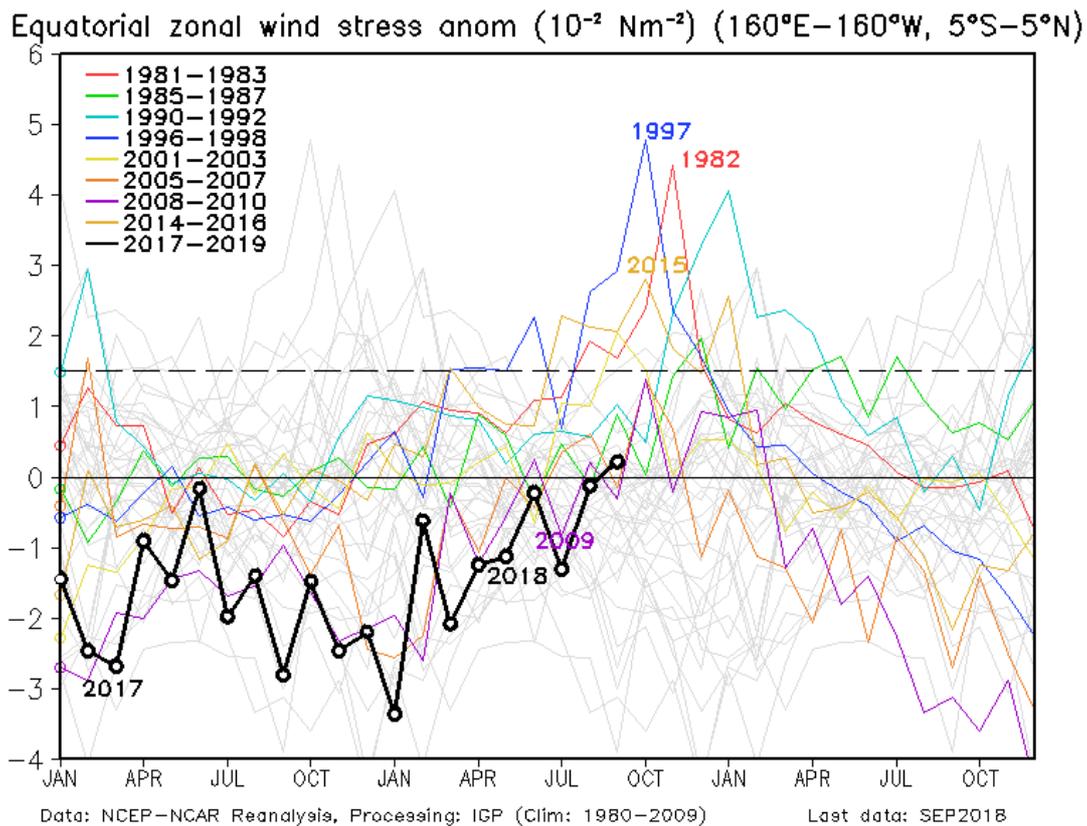
### **Agradecimientos**

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.

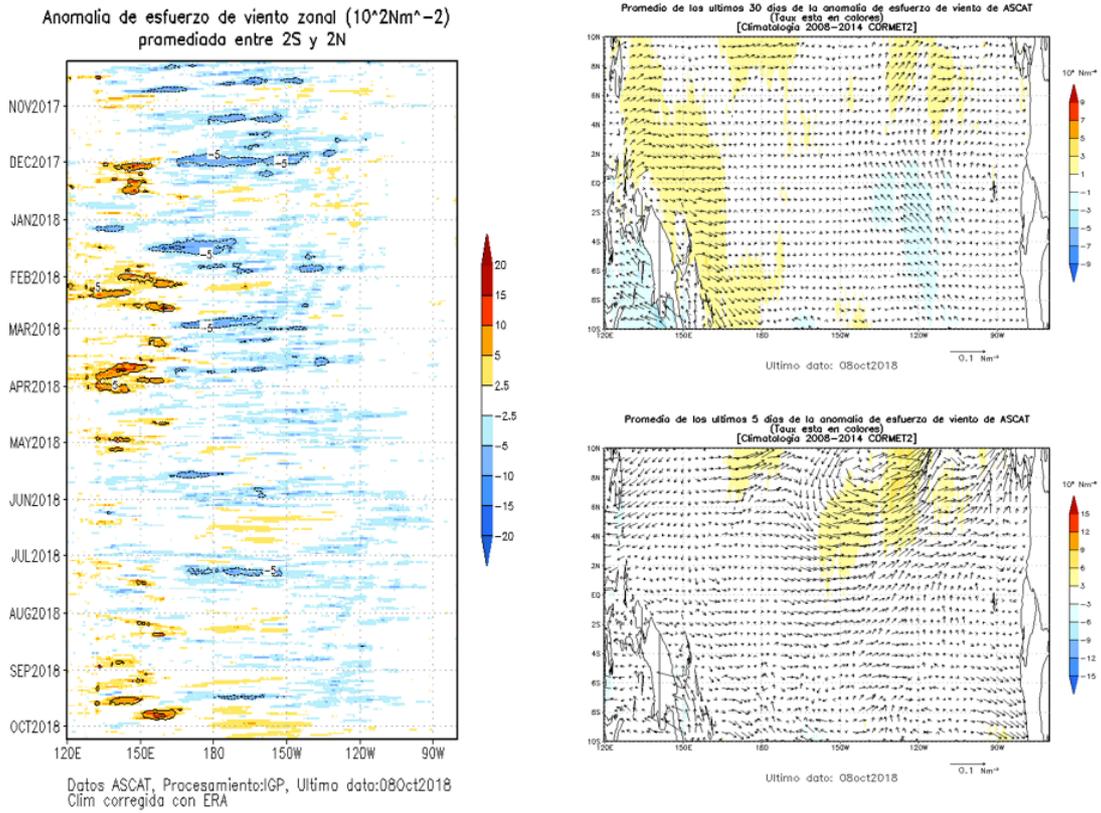
**Figuras**



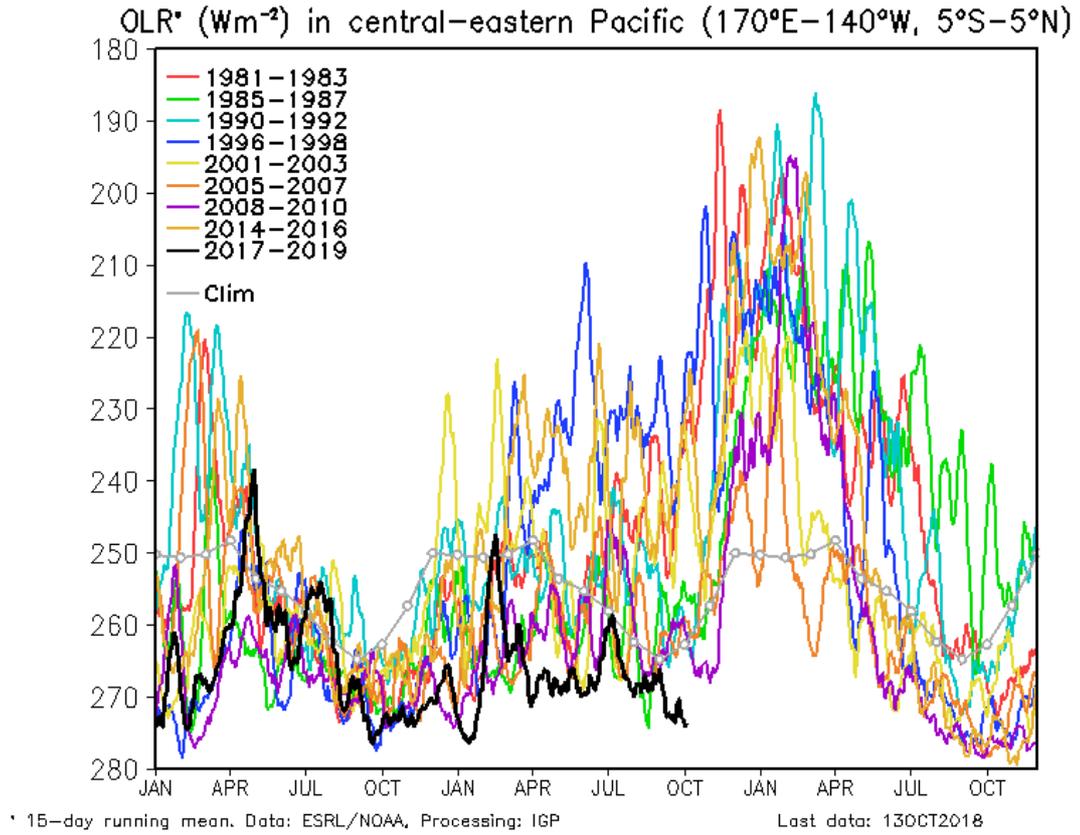
**Figura 1.** Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y 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.



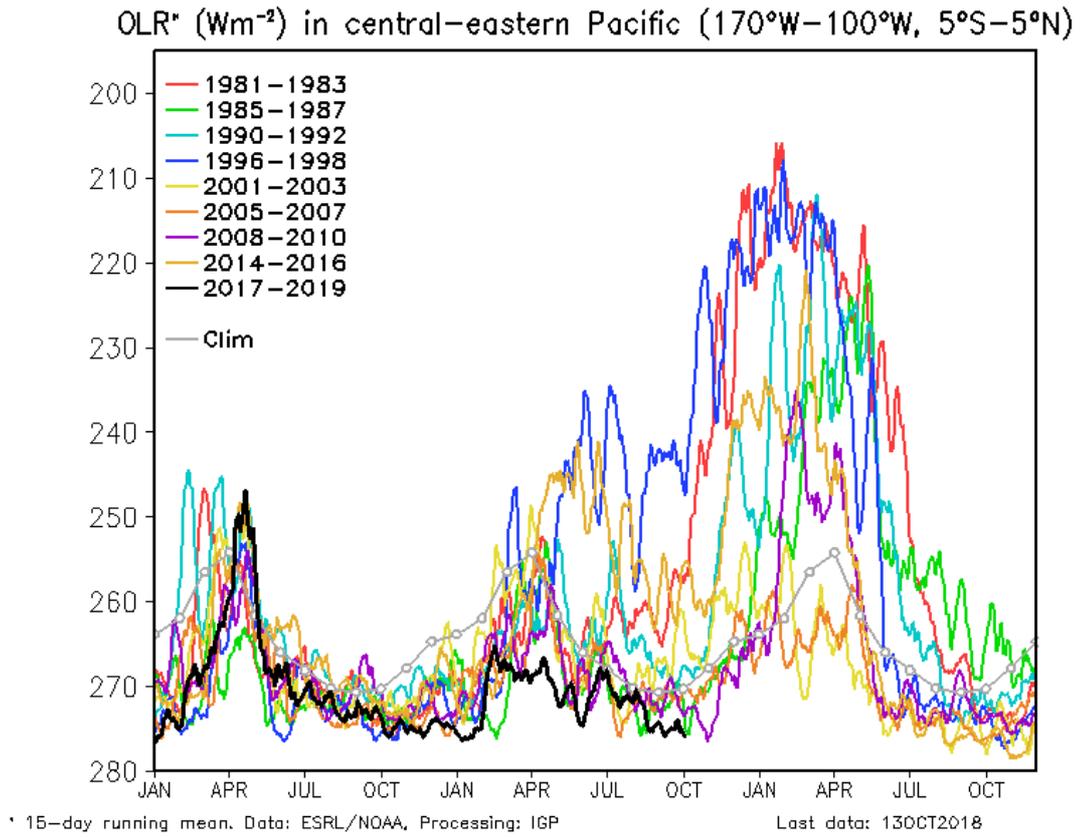
**Figura 2.** Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ( $160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) obtenido de los datos del reanálisis de NCEP-NCAR. Elaboración: IGP.



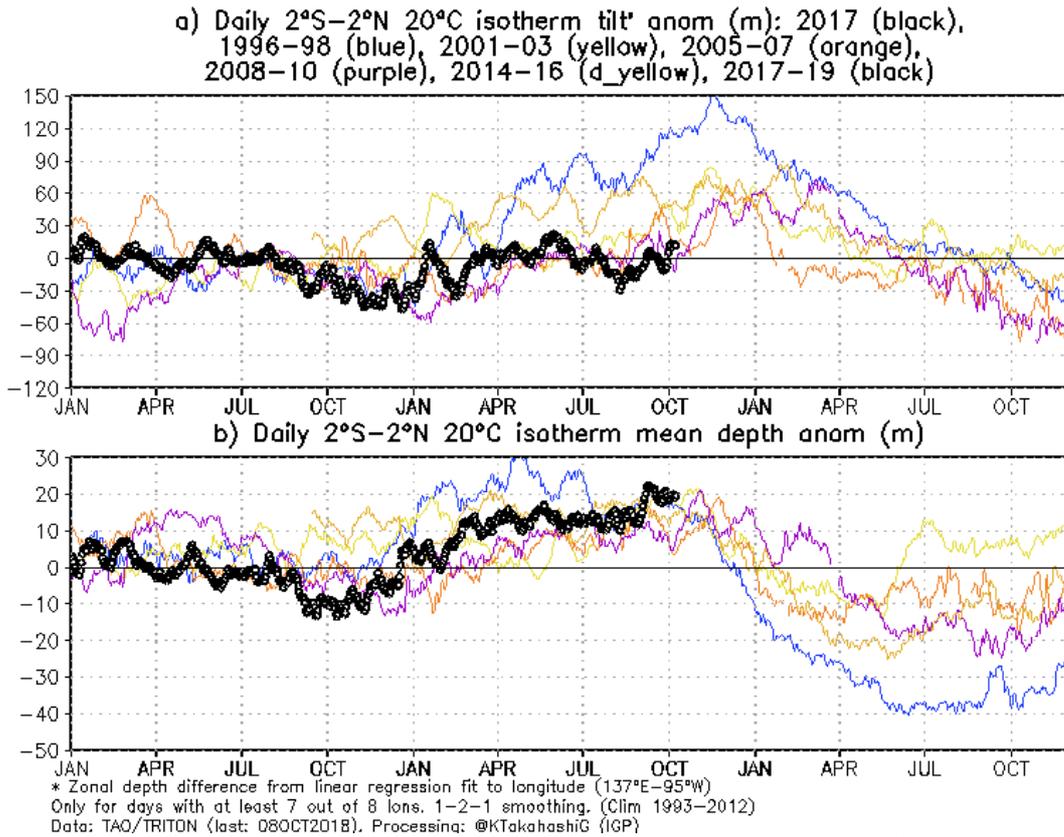
**Figura 3.** Izquierda: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT. Derecha (superior): Mapa del promedio de 30 días. Derecha (inferior): Mapa del promedio de 5 días, hasta el 08 de octubre de 2018, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal (Elaboración: IGP).



**Figura 4.** Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}$ - $140^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}$ - $5^{\circ}\text{N}$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP.



**Figura 5.** 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 6 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. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico occidental) que ya no está operativas. Elaboración: IGP.

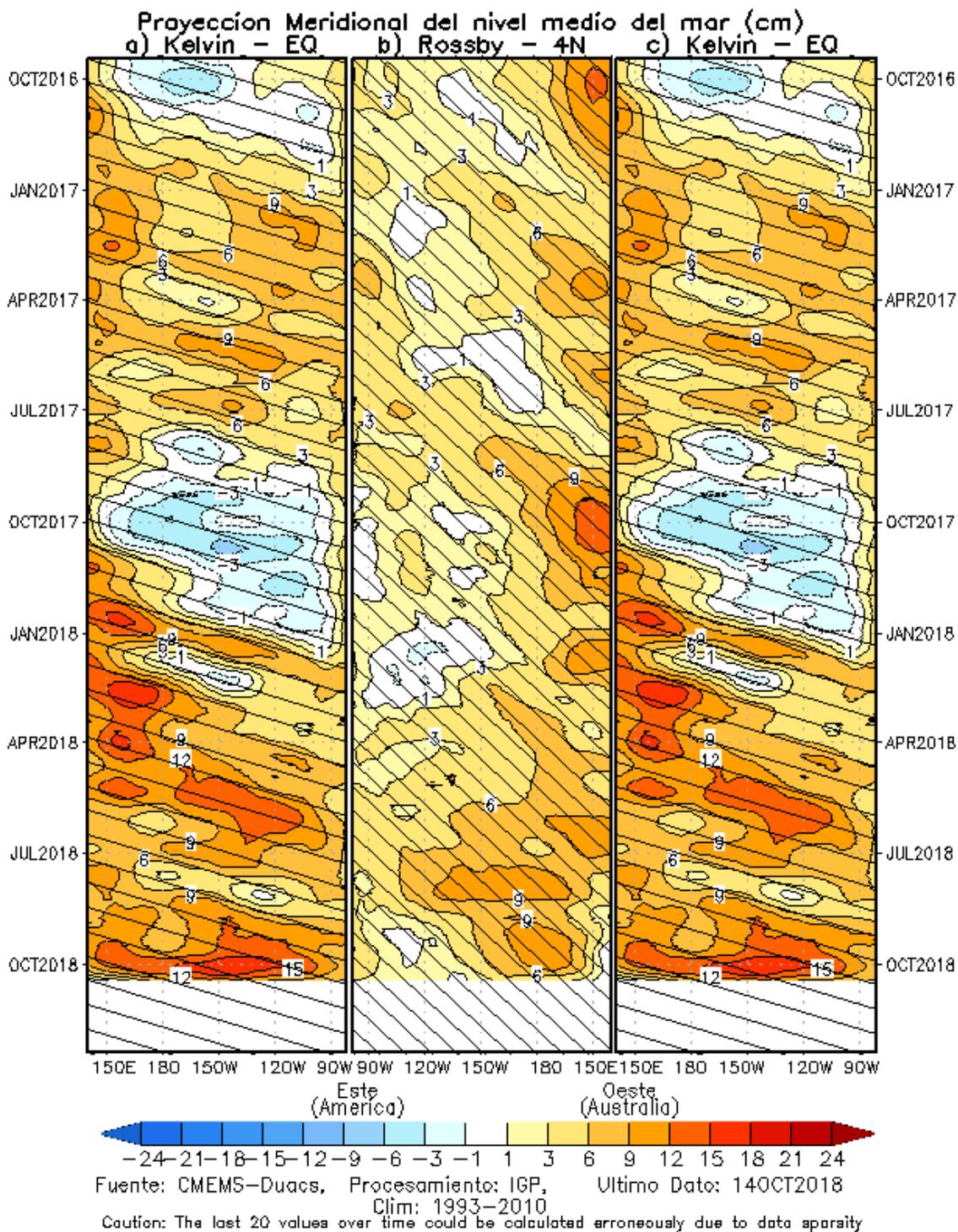
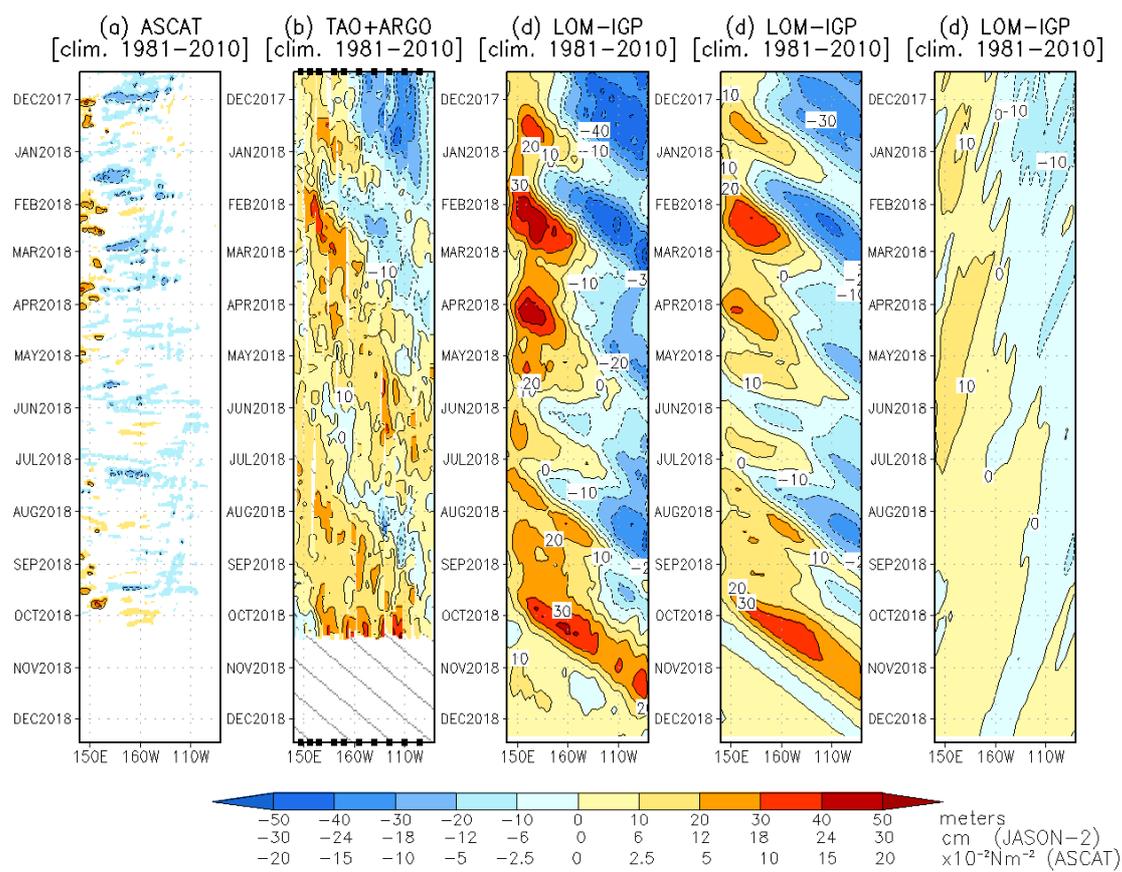
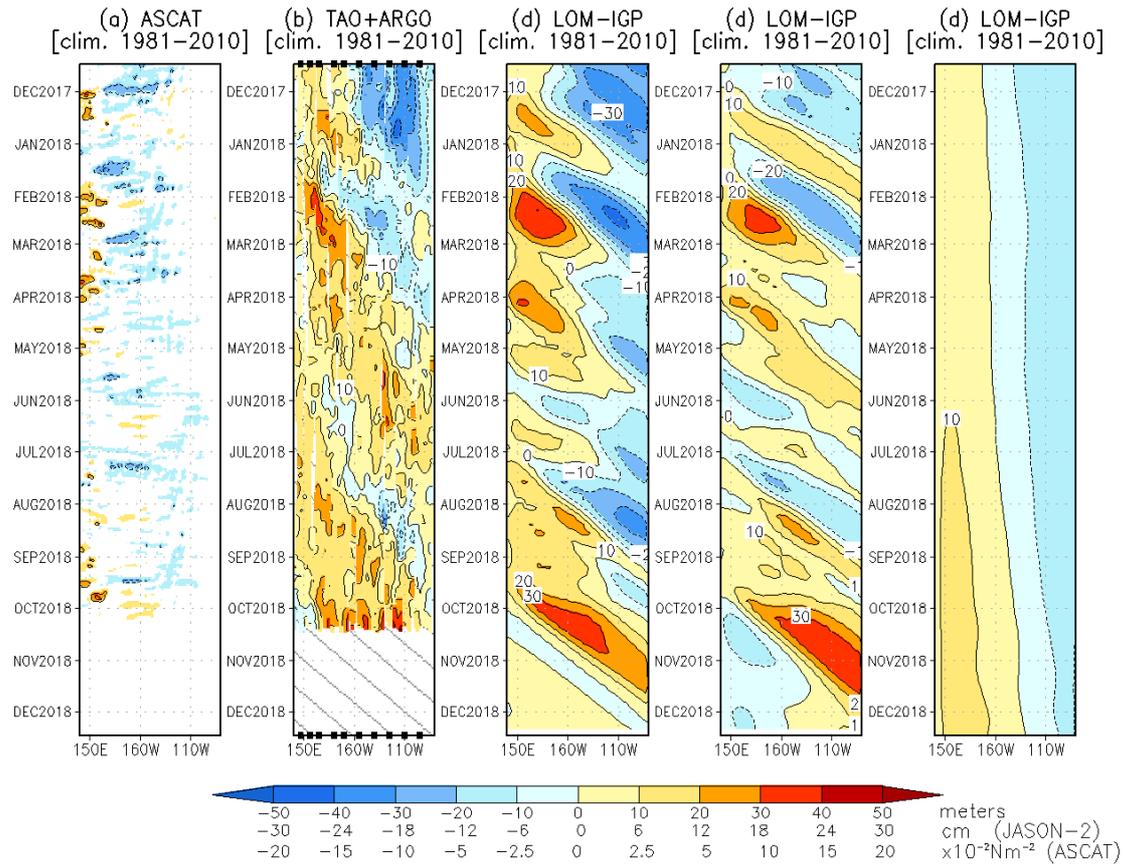


Figura 7. Proyección meridional del nivel medio del mar (cm), a) onda Kelvin en el Ecuador, b) onda Rossby en 4°N, y c) onda Kelvin en el ecuador.



**Figura 8.** 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 Rossby, 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 9.** 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)

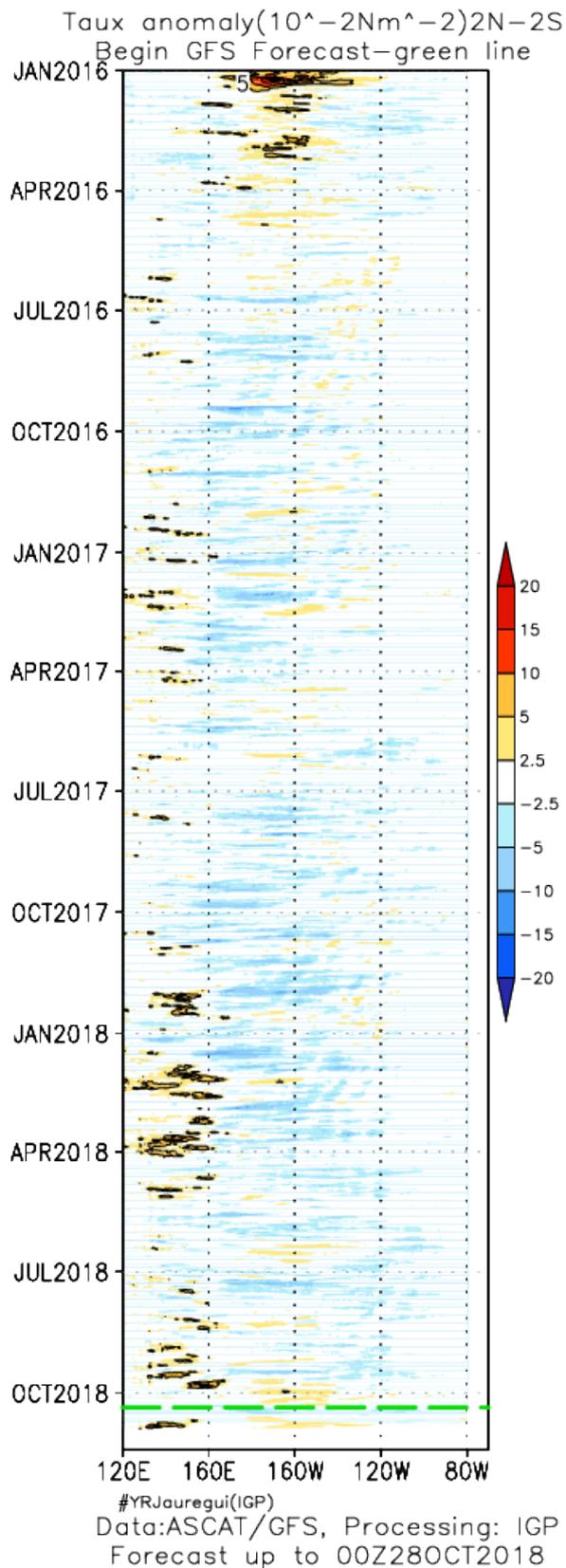
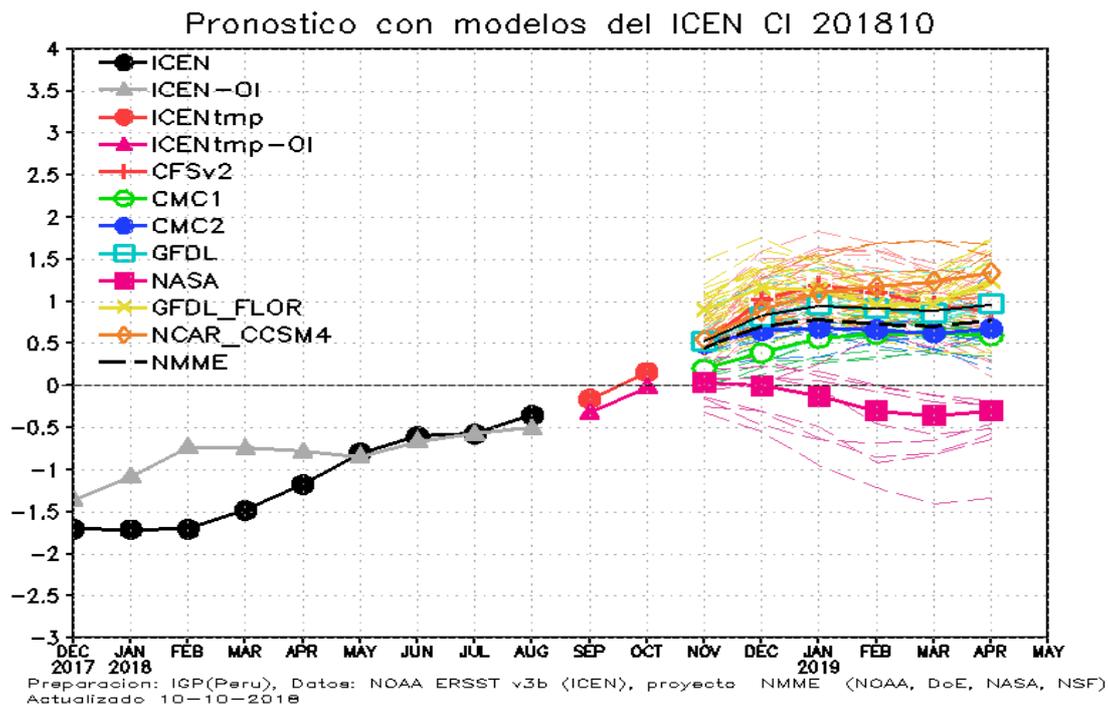
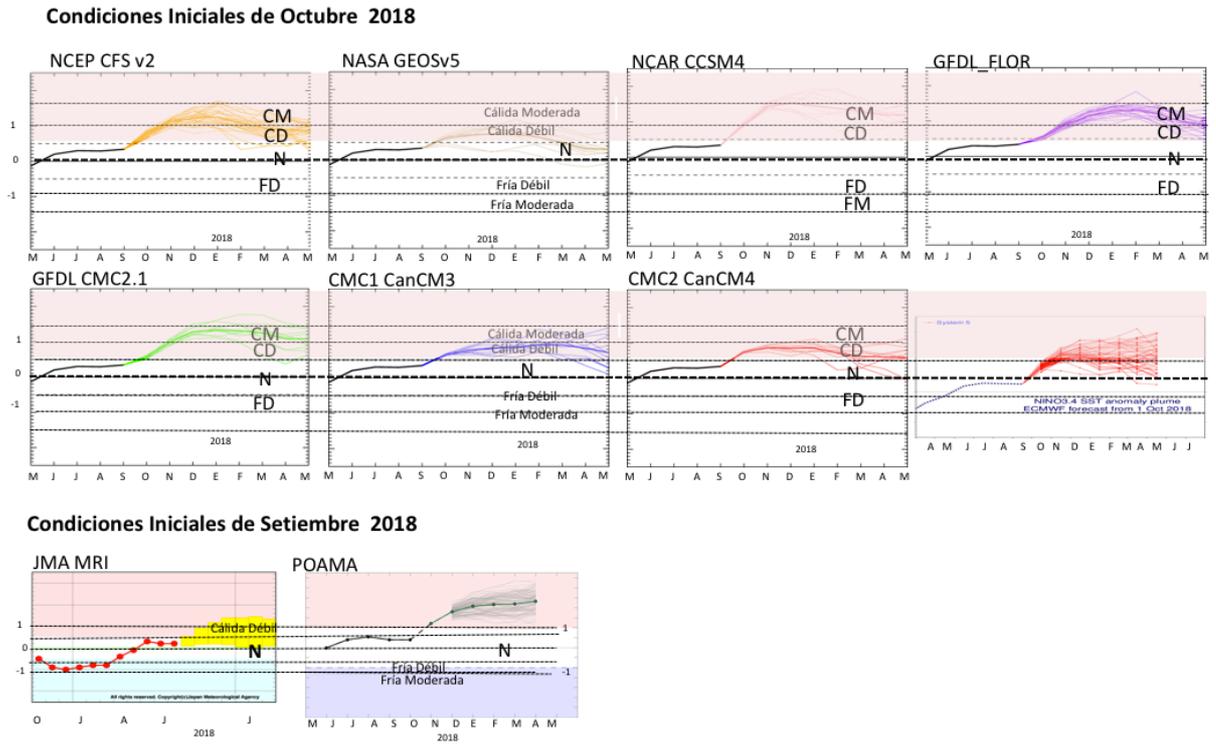


Figura 10: Pronóstico de vientos del modelo GFS en el Pacifico ecuatorial (2°N-2°S), hasta el 28 de octubre de 2018.



**Figura 11.** 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\_CCSSM4 tienen como condición inicial el mes de octubre de 2018. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).



**Figura 12.** Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.