

**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/2017-05  
10/06/2017**

**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 Índice Costero El Niño (ICEN), en el mes de abril de 2017 la condición climática con datos de ERSST v3b (+0.91°C) son Cálida Débiles, mientras que el ICENOI con datos de OI SST corresponden a condiciones Cálidas Moderadas (+1.24°C). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) coinciden en mostrar condiciones Cálidas Débiles y Neutras para los meses de mayo y junio, respectivamente, que de confirmarse indicaría que El Niño costero habría culminado en mayo.

Para el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA en el mes de abril de 2017 continúa indicando condiciones neutras. Para los meses de mayo y junio, el ONI estimado corresponde a condiciones cálidas débiles y neutras, respectivamente.

Para los meses de julio y agosto, cinco de los siete modelos numéricos internacionales de NMME inicializados en junio predicen condiciones Neutras, mientras que dos indican condiciones costeras Cálidas Débiles. Para el mes de setiembre, seis modelos indican condiciones Neutras y un modelo condición Cálida Débil. Para el Pacífico central, cinco de siete modelos de NMME indican condiciones Neutras entre julio y setiembre, aunque dos modelos indican condiciones Cálidas Débiles. Estos pronósticos son generalmente menos cálidos que los inicializados en mayo.

En el Pacífico extremo oriental se mantuvo la anomalía positiva de la profundidad de la termoclina como consecuencia del inicio de la llegada de la onda Kelvin cálida. Se esperaría que esta onda continúe impactando en la costa americana durante el mes de junio. También se observa la presencia de una onda Kelvin fría en el Pacífico Central ubicada, aproximadamente, entre 170°E y 140°W, la cual se habría formado por anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial al oeste de 180° en la quincena de mayo. Según los modelos lineales esta onda llegaría aproximadamente en el mes de julio.

**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 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 mayo de 2017 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 abril de 2017. Los valores se muestran en la Tabla 1.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ICEN (°C)</b> | <b>Condiciones</b> |
|------------|------------|------------------|--------------------|
| 2017       | Enero      | <b>0.60</b>      | Cálida Débil       |
| 2017       | Febrero    | <b>0.93</b>      | Cálida Débil       |
| 2017       | Marzo      | <b>1.11</b>      | Cálida Moderada    |
| 2017       | Abril      | <b>0.91</b>      | 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.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ICENTmp</b> | <b>Condiciones</b> | <b>Fuente</b>                       |
|------------|------------|----------------|--------------------|-------------------------------------|
| 2017       | Mayo       | 0.41           | Cálida Débil       | 2017/04-05: ERSST;<br>2017/06: NMME |
| 2017       | Junio      | 0.17           | Neutra             | 2017/05: ERSST;<br>2017/06-07: NMME |

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENTmp)

Según los valores del ICENTmp, se estima que en mayo y junio de 2017 las condiciones serían Cálidas Débiles y Neutras, respectivamente. El ICENTmp de mayo será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de junio de 2017.

Como se indicó en el informe del mes de febrero (ver Anexo 1 en el Informe Técnico El Niño-IGP 2017-02), los datos de ERSST v3b para la región Niño 1+2 habrían subestimado las temperaturas del verano que pasó. Por este motivo, también se estimó el ICENOI, que se obtuvo igual 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>). Los valores resultantes se muestran en la tabla 3.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ICENOI (°C)</b> | <b>Condiciones</b> |
|------------|------------|--------------------|--------------------|
|------------|------------|--------------------|--------------------|

|      |         |             |                 |
|------|---------|-------------|-----------------|
| 2017 | Enero   | <b>1.02</b> | Cálida Moderada |
| 2017 | Febrero | <b>1.60</b> | Cálida Moderada |
| 2017 | Marzo   | <b>1.57</b> | Cálida Moderada |
| 2017 | Abril   | <b>1.24</b> | Cálida Moderada |

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.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ICENOI<sub>tmp</sub></b> | <b>Condiciones</b> | <b>Fuente</b>                         |
|------------|------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| 2017       | Mayo       | 0.58                        | Cálida Débil       | 2017/04-05: OISSTv2;<br>2017/06: NMME |
| 2017       | Junio      | 0.30                        | Neutra             | 2017/05: OISSTv2;<br>2017/06-07: NMME |

Tabla 4. Estimados preliminares del ICENOI (ICENOI<sub>tmp</sub>)

Los valores del ICENOI<sub>tmp</sub> estimados para mayo y junio 2017 corresponden a condiciones Cálidas Débiles y Neutras, respectivamente. El ICENOI<sub>tmp</sub> de mayo será confirmado cuando se disponga del valor de OISST.v2 para el mes de junio de 2017.

Según tanto el ICENotmp y el ICENOI<sub>tmp</sub>, el Niño Costero habría concluido en el mes de mayo.

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 abril de 2017, es de +0.41°C, correspondiente a condiciones Neutras<sup>1</sup>.

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>ONI (°C)</b> | <b>Categoría</b> |
|------------|------------|-----------------|------------------|
| 2017       | Enero      | <b>-0.42</b>    | Neutra           |
| 2017       | Febrero    | <b>-0.12</b>    | Neutra           |
| 2017       | Marzo      | <b>0.14</b>     | Neutra           |
| 2017       | Abril      | <b>0.41</b>     | Neutra           |

Tabla 5. Valores recientes del ONI.

(Descarga: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>)

Los valores estimados (ONI<sub>tmp</sub>), combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones Cálidas Débiles y Neutra para los meses de mayo y junio 2017 (Tabla 4).

<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).

| Año  | Mes   | ONItmp | Condiciones  | Fuente                              |
|------|-------|--------|--------------|-------------------------------------|
| 2017 | Mayo  | 0.51   | Cálida Débil | 2017/04-05: ERSST;<br>2017/06: NMME |
| 2017 | Junio | 0.50   | Neutra       | 2017/05: ERSST;<br>2017/06-07: NMME |

Tabla 6. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

### Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

En el mes de mayo 2017, las anomalías de la TSM diaria (IR, MW, OSTIA) en la región Niño 3.4 continuaron en condiciones neutras, manteniéndose cerca al valor de  $+0.5^{\circ}\text{C}$  (ver Figura 5a). La actividad convectiva en el Pacífico central ecuatorial se presentó alrededor de lo normal. Por otro lado, según los datos satelitales, en la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM se mantuvo positiva en promedio, mostrando anomalías máximas cercanas a  $+1.5^{\circ}\text{C}$ ,  $+2^{\circ}\text{C}$  y  $+0.5^{\circ}\text{C}$  según los productos de MW, OSTIA, e IR, respectivamente. Sin embargo, IR mostró anomalías negativas en las dos últimas semanas de mayo (Figura 7b).

El esfuerzo de viento zonal mensual en el Pacífico central ( $160^{\circ}\text{E}$ - $160^{\circ}\text{W}$ ;  $5^{\circ}\text{S}$ - $5^{\circ}\text{N}$ ) continuó con anomalía del este en mayo (Figura 3), siendo de mayor magnitud que el mes anterior. En la segunda semana del mes de mayo, en el Pacífico occidental ecuatorial (entre  $150^{\circ}\text{E}$  y  $180^{\circ}$ ) se presentaron ligeras anomalías de vientos del este, en el Pacífico oriental ecuatorial ( $5^{\circ}\text{S}$ - $5^{\circ}\text{N}$ ), los vientos alisios del sudeste continuaron presentándose anómalamente intensos (Figura 10). La ZCIT sur no está activa, como corresponde a la estación. La actividad convectiva en el Pacífico central ecuatorial se presentó alrededor de lo normal (Figuras 1 y 2), aunque ligeramente reducida. El contenido de calor oceánico ecuatorial, así como la inclinación de la termoclina continuaron presentándose alrededor de lo normal (Figura 4).

Según la información de ARGO+TAO (Figura 6b), se mantuvo la anomalía positiva de la profundidad de la termoclina en el extremo oriental como consecuencia del inicio de la llegada de la onda Kelvin cálida. Por otro lado, se observa la presencia de una onda Kelvin fría en el Pacífico Central localizada entre, aproximadamente,  $170^{\circ}\text{E}$  y  $140^{\circ}\text{W}$ , la cual, según los modelos lineales (ver Figura 6c), se habría formado por anomalías de viento del este, localizada al oeste de  $180^{\circ}$ , en la quincena de mayo. La señal de esta onda en la profundidad de la termoclina se ve intensificada en la actualidad como consecuencia de una aparente interferencia constructiva con una onda Rossby fría, que se observa desde octubre y noviembre del año 2016. Por este motivo, es posible que la onda Kelvin fría no sea tan intensa. Finalmente, los modelos lineales indican la presencia de una onda Kelvin fría muy débil en la zona oriental, como consecuencia de anomalías de viento del este a fines de junio, el cual se localizó alrededor de  $120^{\circ}\text{W}$  (ver Figura 6d). Esto no se observa claramente en los datos in situ.

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

Según el modelo GFS (Figura 9) y CFS en las próximas semanas se esperan anomalías positivas del viento zonal ligeras en el Pacífico ecuatorial.

Se esperaría que la onda Kelvin cálida continúe impactando la costa americana durante junio, tanto en el nivel del mar como en la profundidad de la termoclina. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la presencia de anomalías de viento del este a fines de mayo e inicios de junio, entre 150° y 100°W, habrían forzado una onda Kelvin fría que podría disminuir la magnitud de la onda cálida indicada líneas arriba. En lo que respecta a la onda Kelvin fría, producida por el pulso de viento del este, que se ubicó al oeste de 180°, su núcleo llegaría aproximadamente en julio, según los modelos lineales (ver Figura 6c y 7c).

### Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los pronósticos de los modelos climáticos de NMME (CFSv2, NASA\_GEOS5, FLOR, CM2.1, NCAR\_CCM4, CMC1 y CMC2) inicializados en junio, para los meses de julio y agosto 5 de 7 modelos indican condiciones neutras, 2 modelos pronostican condiciones cálidas débiles; para el mes de setiembre, 6 modelos indican condiciones neutras y 1 modelo condiciones cálidas débiles. (Fig. 11 y Tabla 7). En contraste con los pronósticos del mes anterior, estos son menos cálidos y en algunos meses indican anomalías negativas. El promedio de los modelos indica condiciones neutras hasta el mes de diciembre.

Para el Pacífico central (Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en junio, para los meses de julio, agosto y setiembre, 5 de 7 modelos indican condiciones neutras y 2 de 7 modelos pronostican condiciones cálidas débiles (Tabla 8 y Fig. 12). El modelo POAMA, también inicializado en junio, indica condiciones neutras para estos meses, sin embargo, sus anomalías son negativas.

En general, los pronósticos de los modelos han reducido sustancialmente la probabilidad de condiciones cálidas tanto costeras como en el Pacífico central ecuatorial. Esto probablemente se asocia a la expectativa de que en los próximos meses la convección se mantenga entre neutral y reducida en el Pacífico ecuatorial (Fig. 13). Es decir, los modelos no prevén la activación del proceso de retroalimentación de Bjerknes que permitiría que se desarrolle la fase cálida de El Niño-Oscilación Sur.

Por otro lado, los modelos mantienen el pronóstico de anomalías cálidas en el Pacífico sudeste subtropical hasta el verano 2017-18 (Fig. 14), lo cual quizás podría contribuir al calentamiento de la costa como en el 2016-2017.

| Modelo | AMJ | MJJ   | JJA   | JAS   | ASO   | SON  | OND  | NDE  |
|--------|-----|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| CFS2   |     | 0.18  | 0.14  | 0.17  | 0.19  | 0.17 | 0.14 | 0.09 |
| CMC1   |     | 0.56  | 0.63  | 0.55  | 0.43  | 0.41 | 0.41 | 0.48 |
| CMC2   |     | 0.63  | 0.67  | 0.48  | 0.26  | 0.20 | 0.19 | 0.27 |
| GFDL   |     | -0.03 | -0.22 | -0.18 | -0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.01 |
| NASA   |     | 0.13  | 0.11  | 0.10  | 0.06  | 0.07 | 0.21 | 0.35 |

|                        |             |             |             |             |             |             |             |             |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>GFDL_FLOR</b>       |             | -0.12       | -0.29       | -0.18       | -0.07       | -0.05       | -0.16       | -0.20       |
| <b>NCAR_CCSM<br/>4</b> |             | -0.14       | -0.23       | -0.03       | 0.08        | 0.08        | -0.01       | -0.10       |
| <b>NMME</b>            |             | <b>0.17</b> | <b>0.12</b> | <b>0.13</b> | <b>0.12</b> | <b>0.13</b> | <b>0.12</b> | <b>0.13</b> |
| <b>ICENTmp</b>         | <b>0.41</b> |             |             |             |             |             |             |             |

**Tabla 7.** Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de junio de 2017

| Modelo                 | AMJ         | MJJ         | JJA         | JAS         | ASO         | SON         | OND         | NDE         |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>CFS2</b>            |             | <b>0.61</b> | 0.50        | 0.47        | 0.42        | 0.42        | 0.32        | 0.17        |
| <b>CMC1</b>            |             | <b>0.60</b> | <b>0.57</b> | <b>0.57</b> | <b>0.62</b> | <b>0.67</b> | <b>0.73</b> | <b>0.77</b> |
| <b>CMC2</b>            |             | <b>0.69</b> | <b>0.72</b> | <b>0.70</b> | <b>0.63</b> | <b>0.63</b> | <b>0.69</b> | <b>0.75</b> |
| <b>GFDL</b>            |             | 0.37        | 0.26        | 0.21        | 0.17        | 0.14        | 0.16        | 0.22        |
| <b>NASA</b>            |             | 0.42        | 0.29        | 0.22        | 0.21        | 0.25        | 0.31        | 0.33        |
| <b>GFDL_FLOR</b>       |             | 0.25        | 0.04        | -0.03       | -0.01       | 0.01        | 0.04        | 0.09        |
| <b>NCAR_CCSM<br/>4</b> |             | <b>0.59</b> | 0.42        | 0.20        | 0.01        | -0.04       | -0.08       | -0.12       |
| <b>NMME</b>            |             | <b>0.50</b> | <b>0.40</b> | <b>0.33</b> | <b>0.29</b> | <b>0.30</b> | <b>0.31</b> | <b>0.32</b> |
| <b>ONItmp</b>          | <b>0.51</b> |             |             |             |             |             |             |             |

**Tabla 8.** Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de junio de 2017

### Pronóstico decadal

El calentamiento en el Pacífico sudeste subtropical observado desde el año 2015 hasta la fecha (así como en el Pacífico noreste desde el 2014) es consistente con los pronósticos de Thoma et al (2015) y Meehl et al (2016) , así como con los pronósticos de los modelos NMME recientes hasta el verano 2017-2018 (Fig. 14). Esto podría indicar que esta situación de calentamiento general en el Pacífico podría durar por algunos años más.

La fase cálida decadal podría favorecer el desarrollo futuro (2017 o después) de El Niño en el Pacífico oriental: las anomalías cálidas en el Pacífico SE puede contribuir a calentamiento al sur de Perú. Por otro lado, el calentamiento en el Pacífico central podría reducir las lluvias en los Andes.

## Conclusiones:

1. El **ICEN** para **abril** de 2017 fue de **0.91 (Cálida Débil)** y el **ICENTmp** para **mayo y junio** de 2017 es **0.41 (cálida débil) y 0.24 (Neutro)**. Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son **1.24 (Cálida Moderada)**, y los temporales **0.58 (cálida débil) y 0.30 (Neutro)**. De confirmarse los valores estimados, El Niño costero se habría extendido entre diciembre 2016 y mayo 2017.
2. En el Pacífico central, el ONI de marzo (MAM) y el estimado para mayo correspondieron a condiciones Cálida Débiles. La ATSM en la región Niño 3.4, durante este febrero, ha fluctuado alrededor de los +0.6°C.
3. El contenido de calor oceánico y la inclinación de la termoclina ecuatorial se presentaron alrededor de lo normal.
4. Según TAO y NCEP/NCAR reanalysis, el viento zonal ecuatorial presentó cerca de lo normal, con ligeras anomalías del oeste alrededor de 180°. Según ASCAT y NCEP/NCAR Reanalysis pero no TAO, entre final de mayo e inicios de junio se habrían presentado anomalías del este en el Pacífico oriental.
5. La actividad convectiva en el Pacífico central ecuatorial se presentó alrededor de lo normal.
6. En el Pacífico oriental ecuatorial (5°S-5°N), los vientos alisios del SE continuaron presentándose anómalamente intensos. La ZCIT sur no está activa, como corresponde a la estación.
7. Los modelos CFS y GFS indican la predominancia de ligeras anomalías de viento del oeste en el Pacífico ecuatorial en las próximas semanas.
8. Se mantiene la anomalía positiva de la profundidad de la termoclina en el extremo oriental como consecuencia del inicio de la llegada de la onda Kelvin cálida. Se esperaría que esta onda continúe impactando la costa americana durante junio tanto en el nivel del mar como en la termoclina. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la presencia de anomalías de viento del este a fines de mayo e inicios de junio, entre 150° y 100°W, habrían forzado una onda Kelvin fría que podría disminuir la magnitud de la onda cálida indicada líneas arriba.
9. Se observa la presencia de una onda Kelvin fría en el Pacífico Central entre aproximadamente 170°E y 140°W, la cual se habría formado por anomalías de viento del este al oeste de 180° en la quincena de mayo. La señal de esta onda se ve intensificada en la actualidad como consecuencia de una aparente interferencia constructiva con una onda Rossby fría, es posible que no sea tan intensa. El núcleo de la onda llegaría aproximadamente en julio, según los modelos lineales.
10. Según los datos de altimetría satelital, no se esperaría la presencia de ondas Kelvin cálidas de magnitud relevante, las que serían producto de la reflexión de ondas Rossby cálidas, debido a que la señal de estas últimas en el extremo occidental se ha visto disminuida durante el mes de mayo.
11. En general, los pronósticos de los modelos han reducido sustancialmente la probabilidad de condiciones cálidas tanto costeras como en el Pacífico central ecuatorial.
12. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), Para los meses **de julio y agosto**, 5 de 7 modelos de NMME indica condiciones **Neutras**, 2 modelos pronostican condiciones **cálidas débiles**; para el mes de **setiembre**, 6 modelos indica condiciones neutras y 1 modelo condiciones cálida débiles, en contraste con los pronósticos del mes anterior, estos índices son menores y en

algunos meses indican anomalías negativas.

13. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), Para los meses de **julio, agosto y setiembre, 5 de 7** modelos indican condiciones **Neutras, y 2 de 7** modelos NMME indican condiciones **Cálidas débiles**.
14. Por otro lado, se mantiene el pronóstico de anomalías cálidas en el Pacífico sudeste y noreste subtropical hasta el verano 2017-18, lo cual quizás podría contribuir al calentamiento de la costa como en el 2016.
15. Si ya ha ocurrido la transición a la fase cálida decadal en el Pacífico, esto podría favorecer el desarrollo futuro (2017 o después) de El Niño en el Pacífico oriental: la anomalía cálida en el Pacífico SE puede contribuir a calentamiento al sur de Perú. Por otro lado, el calentamiento en el Pacífico central podría reducir las lluvias en los Andes.

## 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*.
- 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
- **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, K., 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., 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/>

## **Equipo**

Ken Takahashi, Ph.D. (responsable)

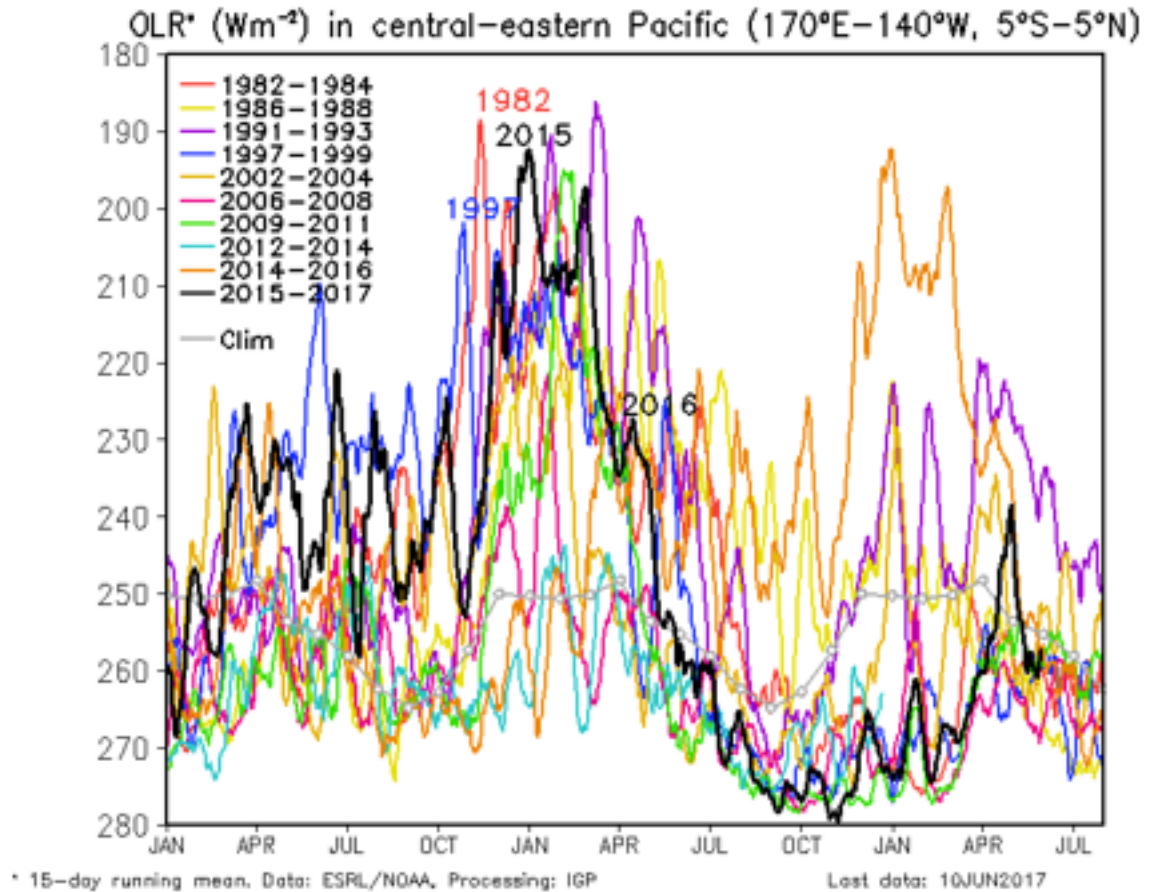
Kobi Mosquera, Dr.

Jorge Reupo, Bach.

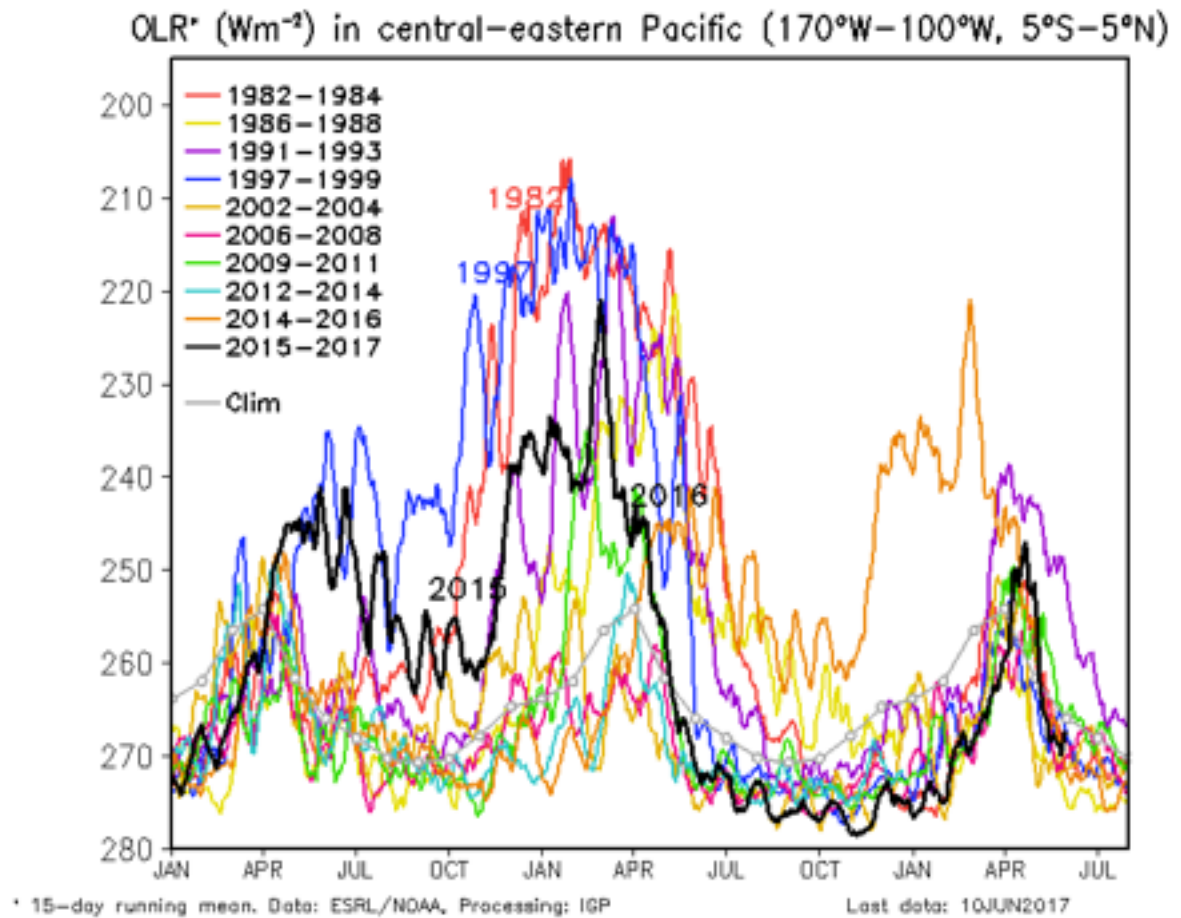
## **Agradecimientos**

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.

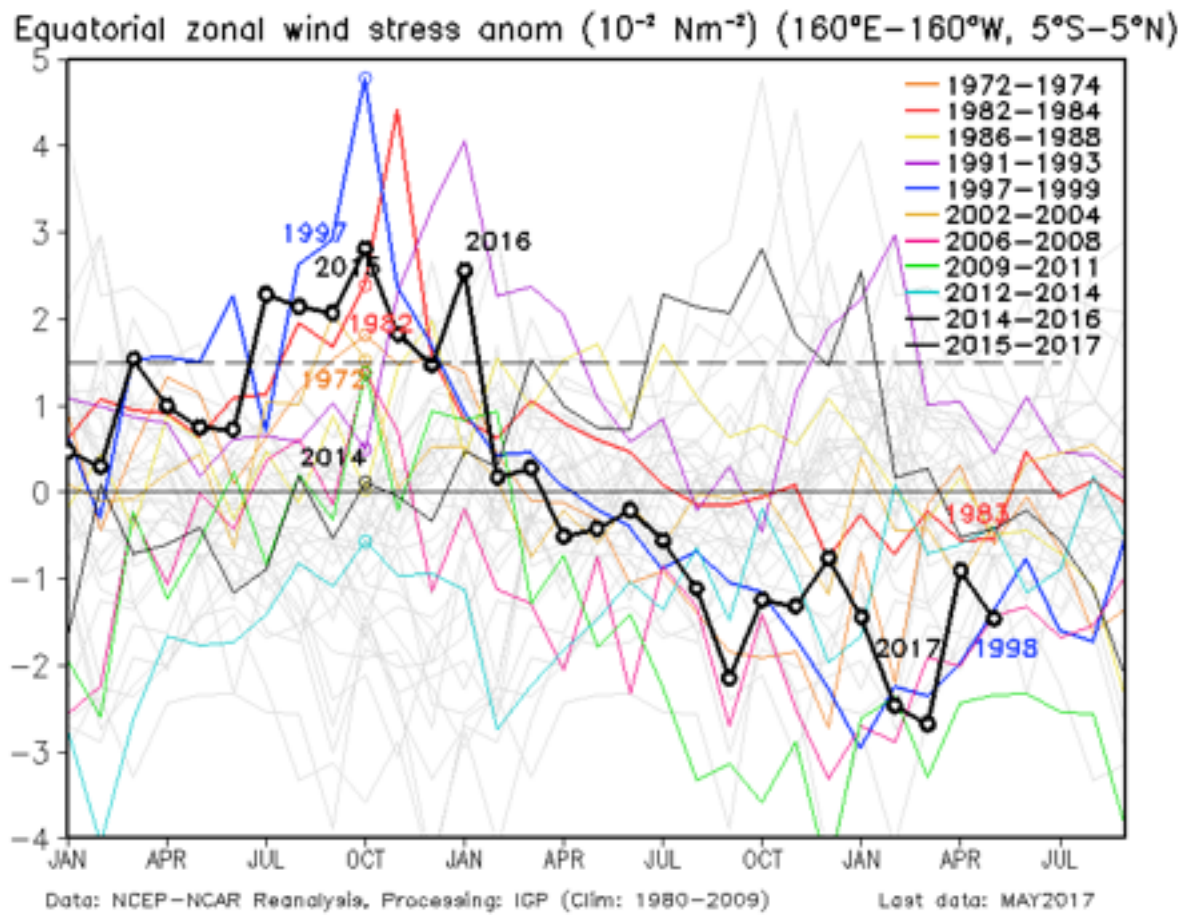
## Figuras



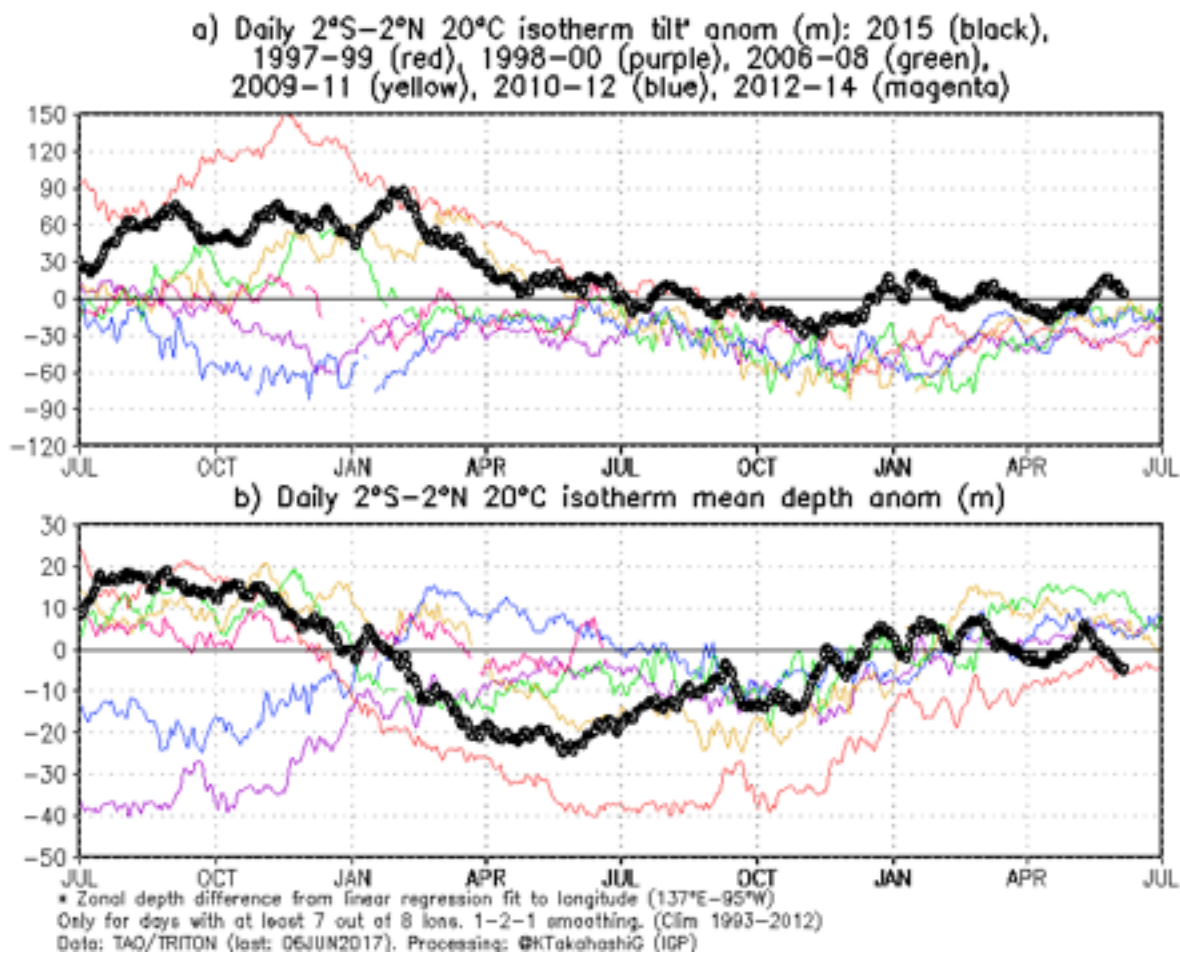
**Figura 1.** Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°-140°W y 5°S-5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP



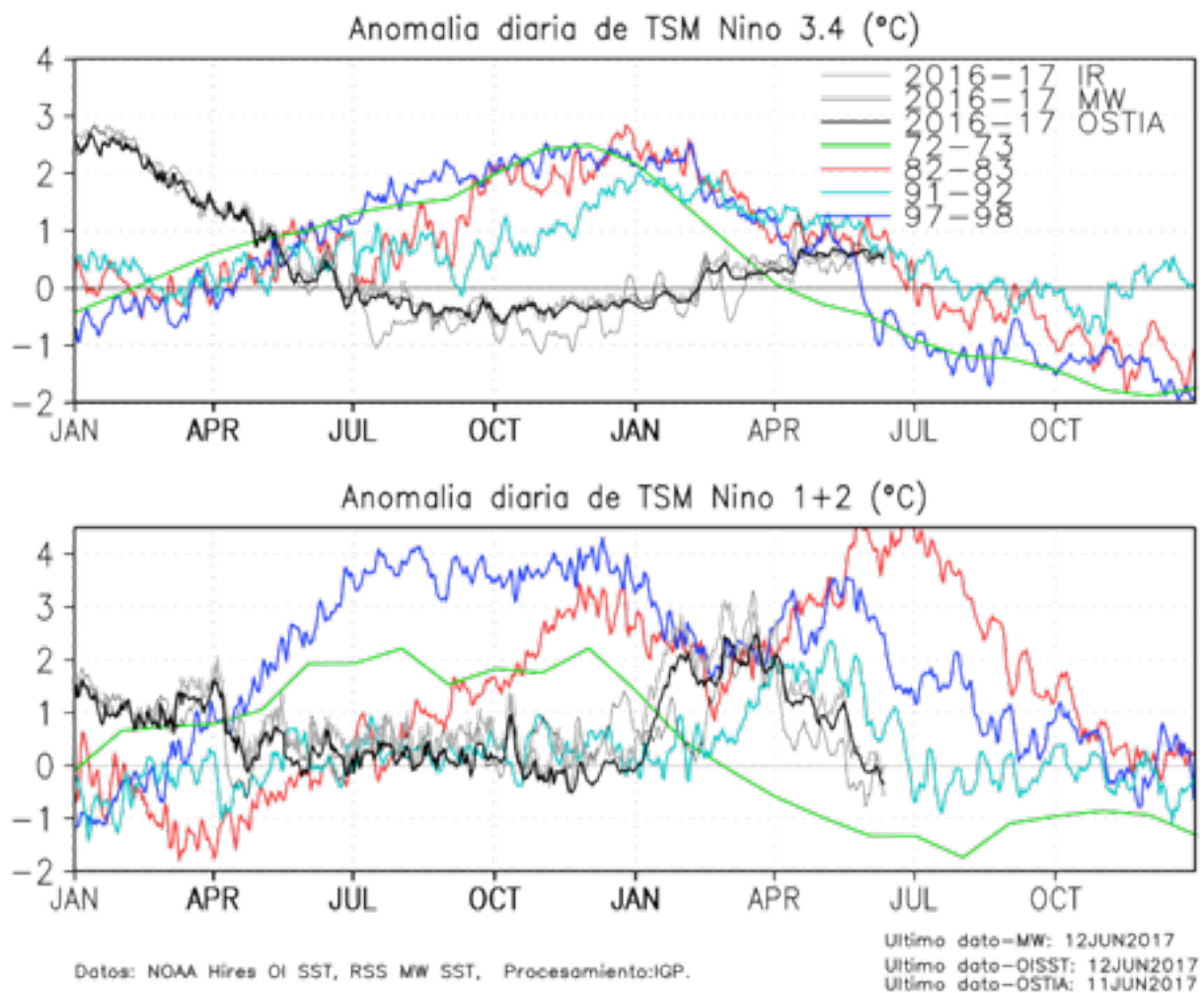
**Figura 2.** Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}$ – $100^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}$ – $5^{\circ}\text{N}$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP



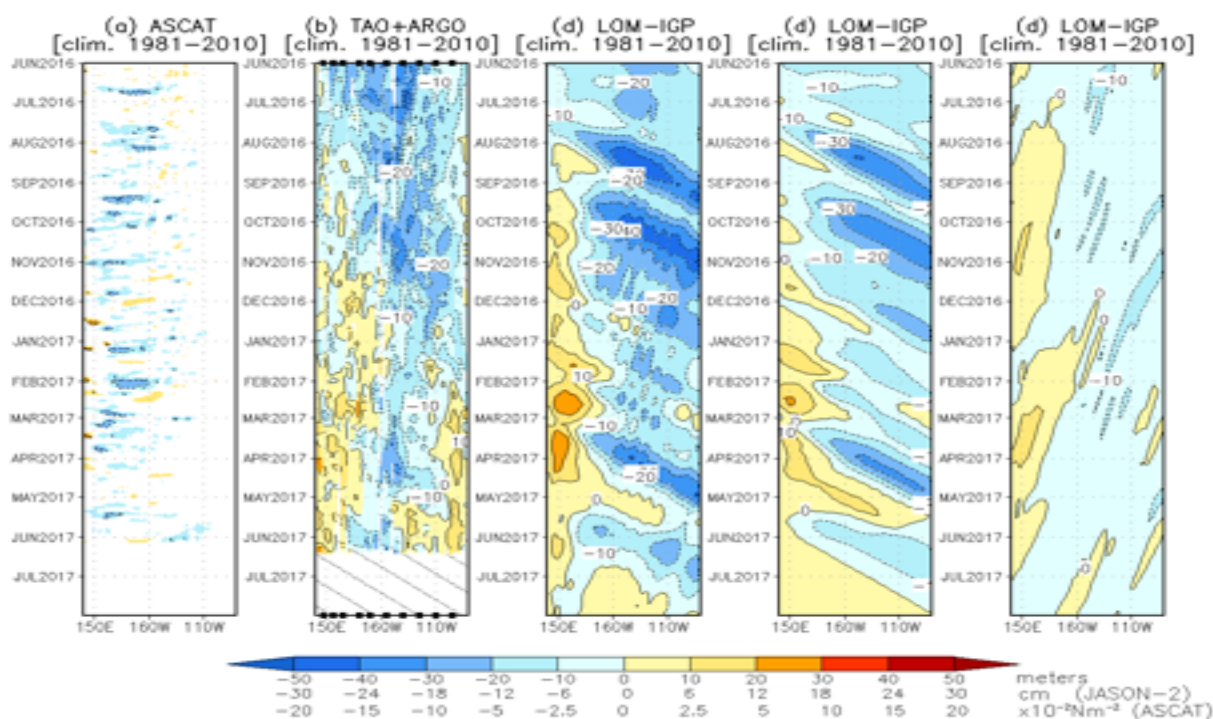
**Figura 3.** Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ( $160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) obtenido de los datos del reanálisis de NCEP-NCAR. Elaboración: IGP



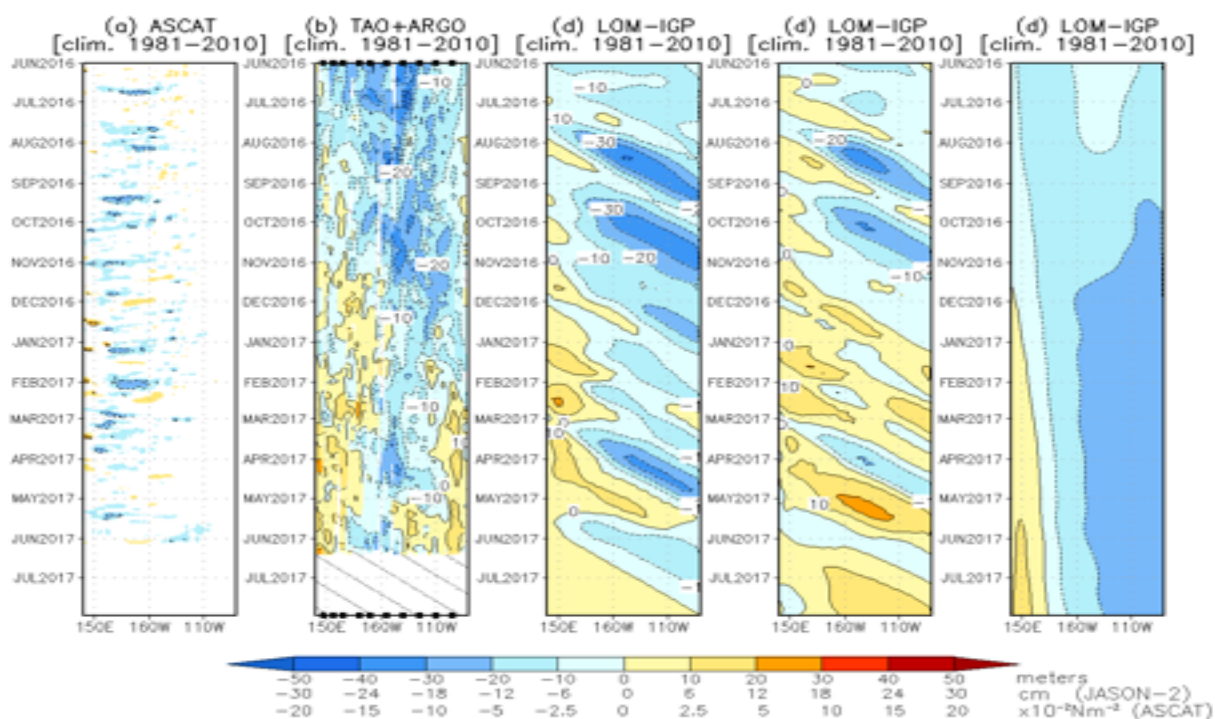
**Figura 4 a)** Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico occidental) que ya no está operativas. Elaboración: IGP



**Figura 5** 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 6.** 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 7.** 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)

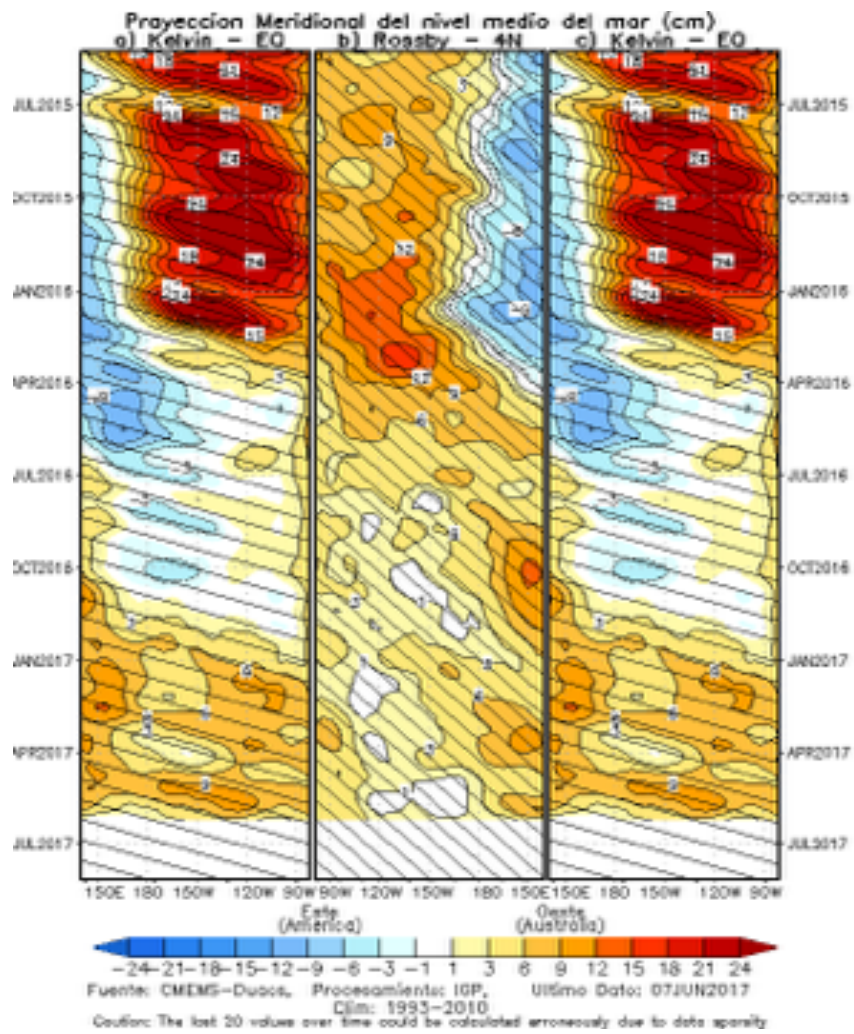


Figura 8. Proyección meridional del nivel medio del mar (cm), a) onda Kelvin en el Ecuador, b) onda Rossby en 4°N, y c) onda Kelvin en el ecuador.

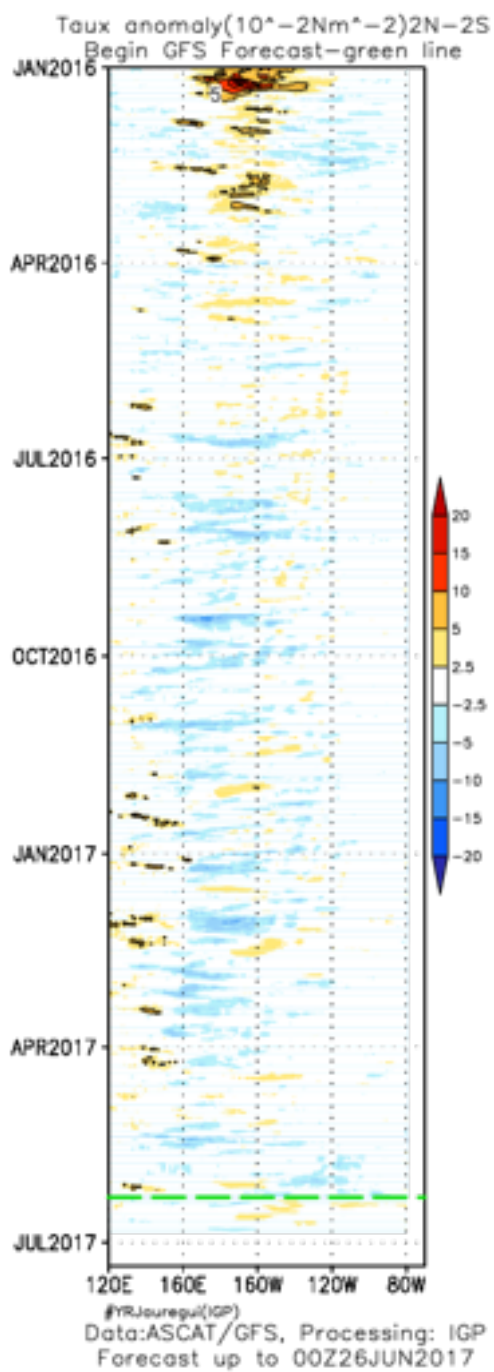
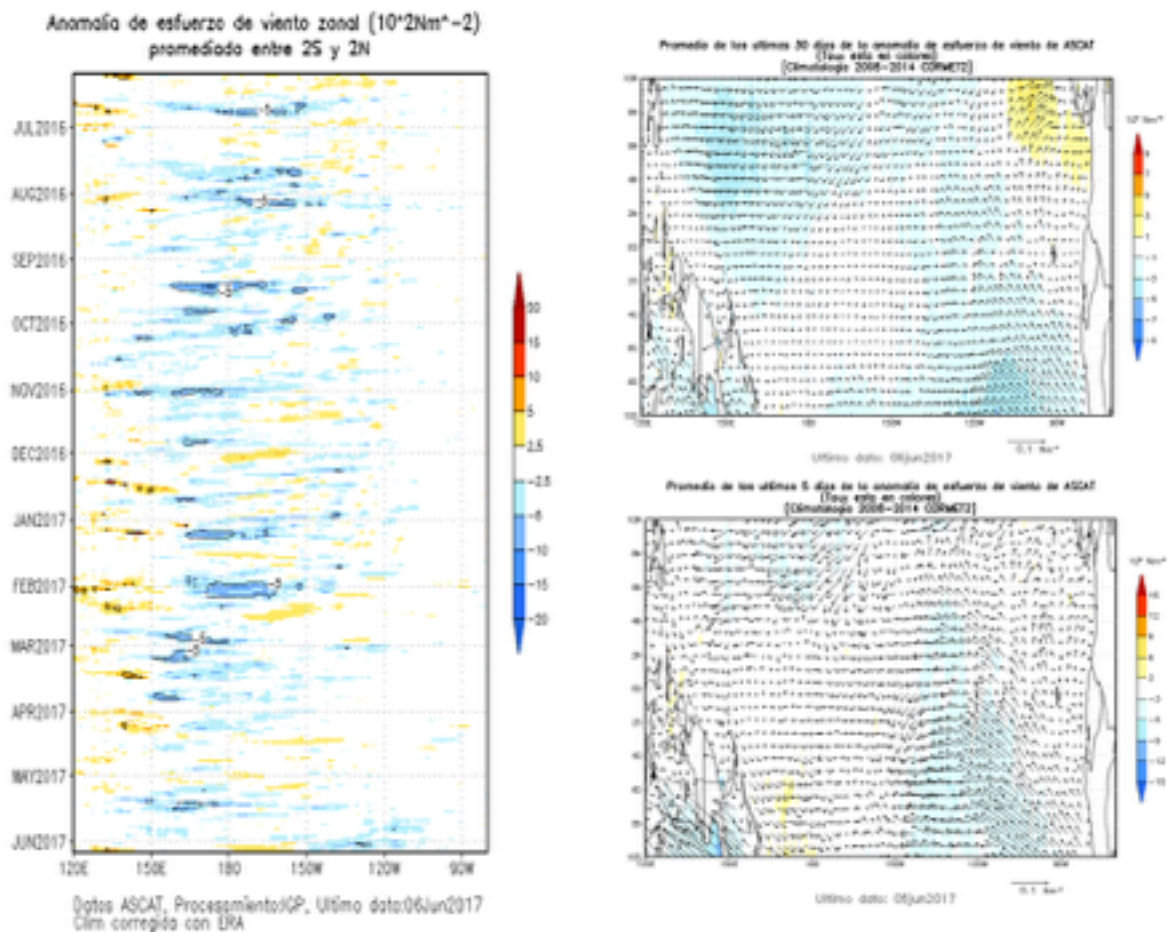
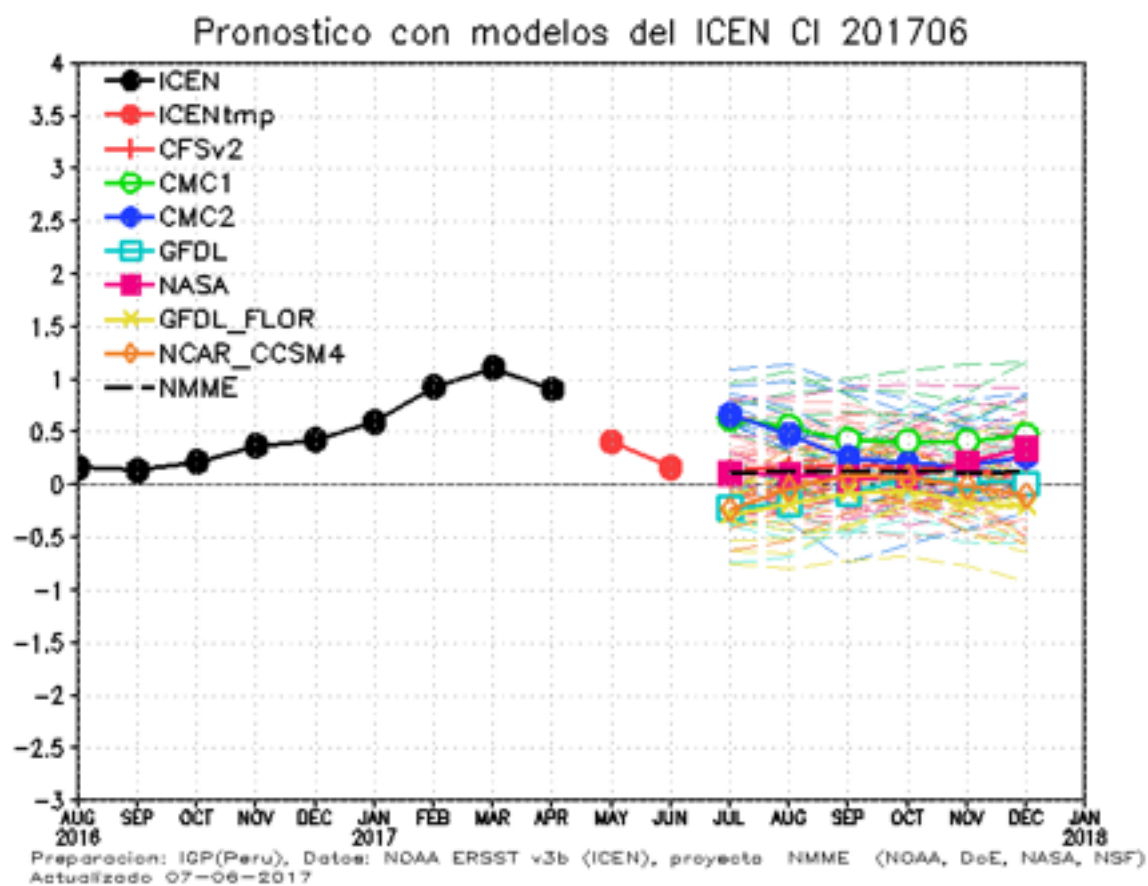


Figura 9: Pronóstico de vientos del modelo GFS en el Pacifico ecuatorial (2°N-2°S), hasta el 26de junio 2017.

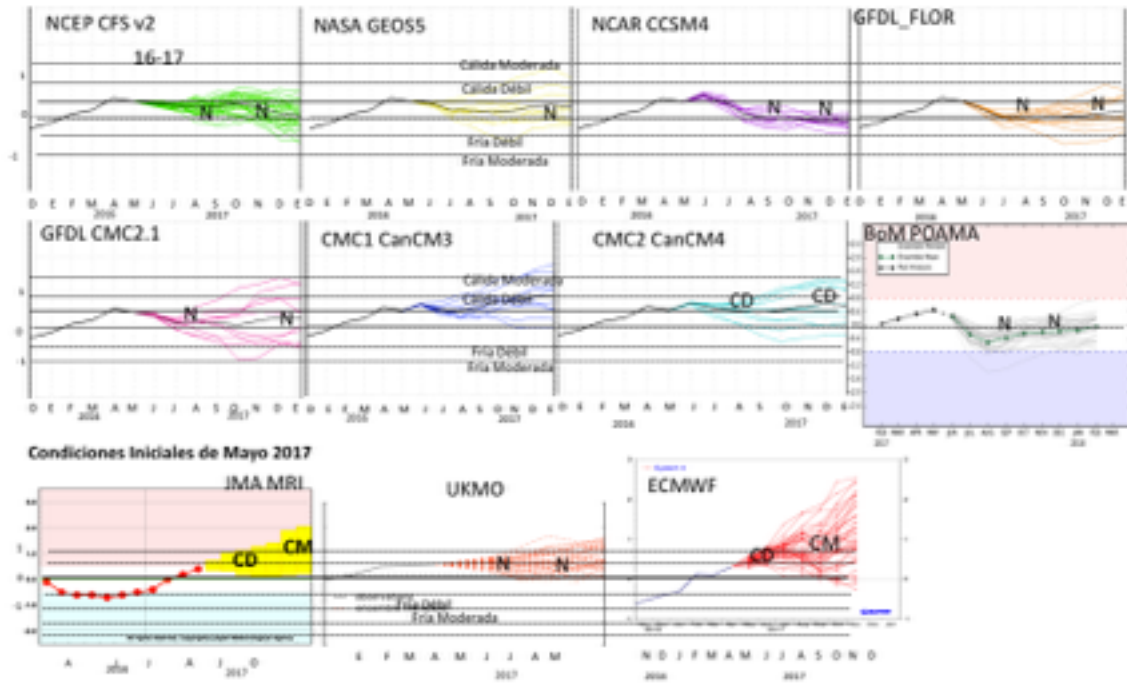


**Figura 10.** Izquierda: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT. Derecha (superior): Mapa del promedio de 30 días. Derecha (inferior): Mapa del promedio de 5 días, hasta el 06 de junio de 2017, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal. (Elaboración: IGP)

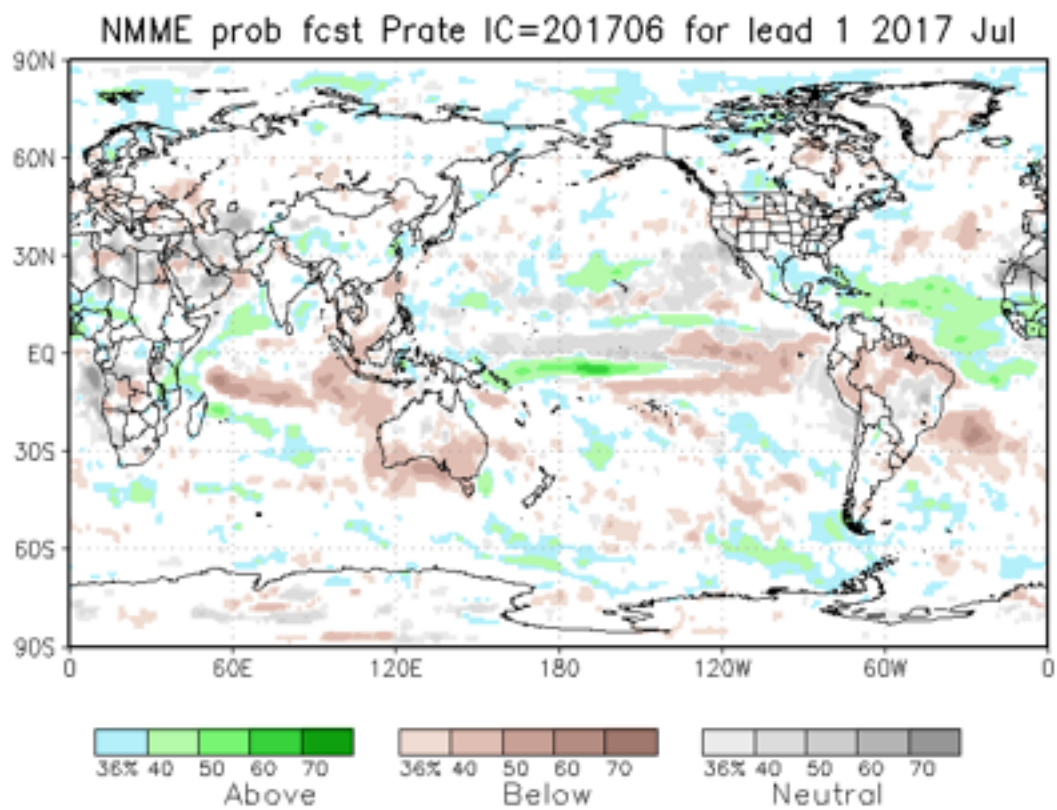


**Figura 11.** Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL\_FLOR y NCAR\_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de junio de 2017. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

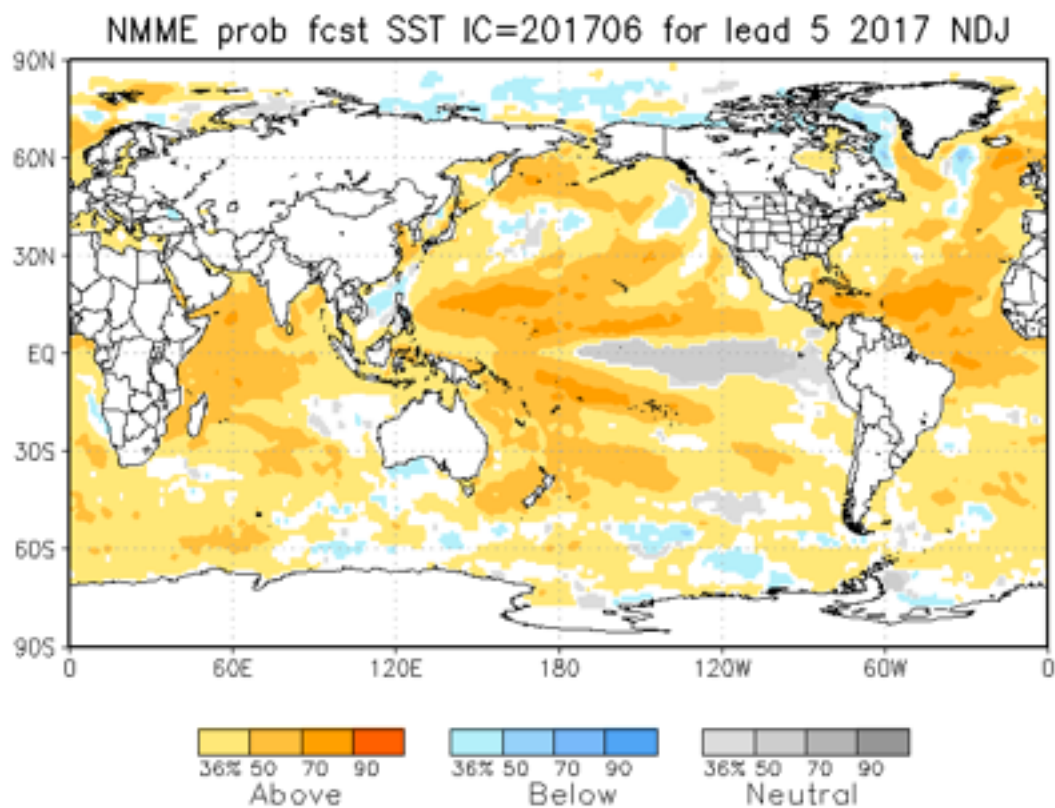
**Condiciones Iniciales de Junio 2017**



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



**Figura 13.** Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para julio 2017 por modelos de NMME inicializados en junio 2017. (Fuente: NOAA).



**Figura 14.** Pronósticos probabilísticos de temperatura superficial del mar (calibrados) para el trimestre noviembre 2017-enero 2018 por modelos de NMME inicializados en junio 2017. (Fuente: NOAA).