

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

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/2021-04

17/05/2021

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). El pronunciamiento colegiado de la comisión multisectorial del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

Resumen

El valor del Índice Costero El Niño de marzo ($-0.81\text{ }^{\circ}\text{C}$) y los valores temporales del ICEN para abril y mayo representan una condición climática neutra. Por otro lado, para el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de marzo de 2021 ($-0.85\text{ }^{\circ}\text{C}$) indica una condición fría débil, la cual se extendería, según los valores temporales del ONI, hasta mayo.

En la región del Pacífico ecuatorial oriental, según la información observada, una onda de Kelvin cálida habría impactado la costa del Perú durante abril e inicios de mayo. También, se observa la presencia de una onda de Kelvin fría, acercándose a la costa americana, seguida de otra onda de Kelvin cálida, que se localiza actualmente entre 130°W . Estas ondas deben arribar a la costa americana entre mayo y junio.

El promedio de las predicciones numéricas de los seis modelos climáticos de NMME, inicializados con la información oceánica y atmosférica de mayo, sigue indicando que frente a la costa peruana se mantendrían hasta noviembre las condiciones climáticas dentro del rango neutral. En el Pacífico central, la mayoría de los resultados de los modelos de NMME indican que las condiciones frías débiles se mantendrían hasta mayo de 2021 para pasar, luego, a condiciones neutras en junio 2021. Finalmente, desde julio hasta noviembre, las condiciones pasarían de frías débiles a frías moderadas. Según estos resultados numéricos, el evento La Niña 2020-2021 terminaría en mayo, pero iniciaría otro evento frío en julio. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que los pronósticos de estos modelos más allá de abril o mayo son menos precisos, como consecuencia de la “barrera de predictibilidad”.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

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 encargada del Estudio Nacional 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 encargado de la presidencia de la comisión multisectorial del ENFEN, para ser utilizado como insumo en la evaluación periódica que dicha comisión realiza. El informe técnico generado posteriormente por la comisión multisectorial del ENFEN será la información oficial sobre el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño y asociados en el Perú.

Índice Costero El Niño

Utilizando la versión 5 de la información reconstruida y extendida de la temperatura superficial del mar (TSM), que se denomina ERSSTv5, se calculó el ICEN (región Niño 1+2) para marzo, el cual indica una condición neutra (ver Tabla 1).

Para calcular el ICEN se utilizan los datos que son denominados como “datos en tiempo real”, los cuales se caracterizan por cambiar ligeramente su valor en el transcurso de los siguientes meses. Es por esta razón que pueden existir pequeñas discrepancias en el cálculo del ICEN para los meses anteriores cuando se use la data actualizada.

Tabla 1. Valores recientes del ICEN (columnas 3 y 4).

Año	Mes	ICEN	Categoría
2020	Diciembre	-0.88	Neutra
2021	Enero	-0.86	Neutra
2021	Febrero	-0.83	Neutra
2021	Marzo	-0.81	Neutra

Para los siguientes dos meses se generan versiones preliminares y temporales del ICEN (ICENtmp), que se calculan del promedio de los pronósticos de la anomalía de la TSM de NMME de un mes y dos meses para el primer y segundo ICENtmp, respectivamente. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. ICEN temporales (ICENtmp) y sus categorías para abril y mayo de 2021.

Año	Mes	ICENtmp	Categoría
2021	Abril	-0.81	Neutra
2021	Mayo	-0.66	Neutra

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Según los valores del ICENTmp, para abril y mayo, se esperarían condiciones neutras. Estos resultados se confirmarán en los siguientes meses (ver Tabla 1).

Índice Oceánico Niño (ONI)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>) de marzo, actualizado por la NOAA, indica el valor de -0.85°C , el que corresponde a una condición fría débil¹.

Tabla 3. Valores recientes del ONI. Descarga: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt> (se usan los últimos datos en tiempo real, por lo que puede haber discrepancias para los meses anteriores)

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2020	Diciembre	-1.19	Fría moderada
2021	Enero	-1.06	Fría moderada
2021	Febrero	-0.94	Fría débil
2021	Marzo	-0.85	Fría débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de abril y mayo, combinando datos observados y pronósticos de NMME, indican condiciones frías débiles (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2021	Abril	-0.67	Fría débil
2021	Mayo	-0.55	Fría débil

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

Durante abril, las anomalías diarias de la TSM fueron negativas y oscilaron entre -0.7°C y -0.2°C en la región Niño 3.4 (Figura 1a) y entre -0.9 y -0.3 en la región Niño 1+2 (Figura 1b). Conforme a la información mensual de las boyas de TAO a lo largo del Pacífico ecuatorial, se siguen observando anomalías positivas (negativas) del viento al este (oeste) de 160°W (Figura 2a). Con respecto a la anomalía de la TSM, se observaron anomalías negativas en la mayor parte de la región, aunque con una tendencia a la normalización (Figura 2b). Finalmente, en cuanto a la profundidad de la isoterma de 20°C , esta mantiene anomalías negativas (positivas) al este (oeste) de 145°W (Figura 2c).

Conforme a la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto ASCAT, se desarrolló en la segunda semana de abril un pulso de viento del oeste en la zona occidental del Pacífico,

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).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

entre 130°-150°E. Por otro lado, en la zona occidental y alrededor de la primera semana de mayo, entre 150°E y 180°, se desarrolló un pulso de viento del este (ver Figura 3) así como una intensificación de los vientos alisios en gran parte del Pacífico ecuatorial. Según la información de los datos de TAO, la inclinación de la termoclina se encuentra, en promedio, cercana a su estado normal (Figura 5a), mientras que el contenido de calor tiene valores positivos (Figura 5b). En la región oriental, la anomalía de la profundidad de la termoclina, deducida de la información de la boya de TAO en 95°W, mostró en promedio una anomalía cercana a su climatología (Figura 6).

A inicios de abril, la valores de OLR (Outgoing Longwave Radiation), que está relacionada con la actividad convectiva, tanto en la zona occidental (170°E-140°W, 5°S-5°N) como oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N), descendieron y, a finales del mismo mes, alcanzaron valores entre inferiores y cercanos a su climatología. Esto se observa en la Figura 7 (zona occidental) y Figura 8 (zona oriental).

Según la información de altimetría satelital (Figura 4), una onda de Kelvin cálida habría impactado la costa sudamericana durante abril e inicios de mayo. Asimismo, según la anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C y los resultados de los modelos de ondas, se puede apreciar muy cerca al continente americano a una onda de Kelvin fría (Figura 9b y 10b). Finalmente, el pulso de viento del oeste que se presentó en la segunda semana de abril habría generado una nueva onda de Kelvin cálida que, según la información *in situ* (Figura 4) y de los modelos numéricos (Figura 13), se localiza en 130°W.

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Sin el promedio de los últimos 365 días, la información de DUACS a lo largo de la costa peruana durante abril muestra anomalías positivas del nivel del mar que serían el resultado del paso de la onda de Kelvin cálida, siendo más intensas en la tercera y cuarta semana del mes. Según la información de temperatura obtenida del flotador ARGO (No. 3901808) —el cual se localizó durante abril entre 82.7° y 81.3°W y entre 5.8° y 5.6°S, y alrededor de las 115 millas náuticas frente a la costa norte del Perú— se observaron, en promedio, anomalías negativas dentro de los 140 m de profundidad en la mayor parte de abril; sin embargo, en los primeros días de mayo se desarrollaron anomalías positivas, entre los 40 y 80m de profundidad (ver Figura 12 a y b). Esto estaría relacionado al paso de una onda de Kelvin cálida.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según el resultado del modelo de ondas forzado con el producto *blended*, se espera que la onda de Kelvin fría disminuya el nivel del mar durante mayo. Seguidamente esta misma variable podría incrementarse como consecuencia del paso de una onda de Kelvin cálida (Figura 13). Es posible que el pulso de viento del este de inicios de mayo se proyecte en una onda Kelvin fría (Figura 3).

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, según los resultados de seis modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR² y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales de mayo y con una proyección a noviembre, se mantendrían los valores negativos, pero en el rango normal y con una tendencia positiva hasta agosto. Luego, se observa una tendencia negativa (ver Tabla 5 y Figura 14).

² Desde febrero de 2021, el modelo GFDL_SPEARS (<https://www.gfdl.noaa.gov/spear/>) reemplazará a los modelos GFDL_CM2.1 y GFDL_FLOR.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Tabla 5. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos usando condiciones iniciales de mayo.

<i>Modelo</i>	<i>MAM</i>	<i>AMJ</i>	<i>MJJ</i>	<i>JJA</i>	<i>JAS</i>	<i>ASO</i>	<i>SON</i>	<i>OND</i>
<i>CFS2</i>		-0.33	0.03	0.20	0.14	0.05	-0.11	-0.32
<i>CanCM4i</i>		-0.63	-0.37	-0.16	-0.07	-0.06	-0.14	-0.24
<i>GEM_NEMO</i>		-0.50	-0.13	0.22	0.17	-0.02	-0.34	-0.54
<i>NASA</i>		-1.00	-1.17	-1.36	-1.38	-1.36	-1.34	-1.42
<i>GFDL_SPEARE</i>		-0.84	-0.62	-0.35	-0.32	-0.38	-0.43	-0.49
<i>NCAR_CCSM4</i>		-0.66	-0.34	-0.06	-0.06	-0.22	-0.44	-0.67
<i>NMME</i>		-0.66	-0.43	-0.25	-0.25	-0.33	-0.47	-0.61
<i>ICENtmp</i>	-0.81							

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los resultados de los mismos modelos mencionados en el párrafo anterior, se espera en promedio que las condiciones frías débiles estén presentes solo hasta mayo, lo cual indicaría el fin del evento La Niña. Sin embargo, después de junio se esperan, según los resultados de los modelos, nuevamente un evento frío que se mantendría, al menos, hasta noviembre con una magnitud fría débil a moderada (ver Tabla 6 y Figura 15). Hay que señalar que los pronósticos a partir de abril y mayo de cada año son menos precisos debido a la “barrera de predictibilidad”.

Tabla 6. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos usando condiciones iniciales de mayo.

	<i>MAM</i>	<i>AMJ</i>	<i>MJJ</i>	<i>JJA</i>	<i>JAS</i>	<i>ASO</i>	<i>SON</i>	<i>OND</i>
<i>CFS2</i>		-0.55	-0.44	-0.43	-0.48	-0.59	-0.70	-0.78
<i>CanCM4i</i>		-0.46	-0.36	-0.46	-0.64	-0.79	-0.93	-1.05
<i>GEM_NEMO</i>		-0.61	-0.57	-0.61	-0.64	-0.70	-0.74	-0.76
<i>GFDL_SPEARE</i>		-0.88	-1.12	-1.46	-1.78	-2.14	-2.48	-2.69
<i>NASA</i>		-0.45	-0.20	-0.06	-0.06	-0.20	-0.44	-0.67
<i>NCAR_CCSM4</i>		-0.35	-0.28	-0.47	-0.74	-0.94	-1.08	-1.19
<i>NMME</i>		-0.55	-0.49	-0.58	-0.72	-0.89	-1.06	-1.19
<i>ONItmp</i>	-0.67							

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Conclusiones:

1. El ICEN para marzo (-0.81) y los valores temporales para abril (-0.81) y mayo (-0.66) se encuentran dentro de las condiciones neutras.
2. En el Pacífico central, el ONI de marzo (-0.85) y los valores temporales para abril (-0.67) y mayo (-0.55) corresponden a condiciones frías débiles.
3. La información de OLR en las regiones occidental (170°E - 140°W , 5° - 5°N) y oriental (170° - 100°W 5°S - 5°N) alcanzaron valores cercanos a su climatología para finales de abril.
4. En abril, en la región del Pacífico ecuatorial, se observaron, en promedio, anomalías positivas (negativas) del viento al este (oeste) de 160°W , aunque con menor magnitud que el mes pasado. La ATSM mostró valores negativos en la mayor parte de esta región, pero con una tendencia a la normalización. La profundidad de la isoterma de 20°C mantiene anomalías negativas (positivas) al este (oeste) de 145°W .
5. Basado en los datos de TAO, la inclinación de la termoclina se mantiene cercana a su estado normal pero el contenido de calor muestra valores positivos.
6. La onda de Kelvin cálida habría impactado la costa del Perú durante abril e inicios de mayo según la información de altimetría satelital.
7. Según la información de la data observada, una onda de Kelvin fría se localizaría en la región Niño 1+2.
8. Otra onda de Kelvin cálida se encuentra en camino hacia la costa americana. En la actualidad se localiza en 130°W , según la información satelital e *in situ*.
9. Es posible que el pulso de viento del este a inicios de mayo se proyecte en una onda de Kelvin fría.
10. Según la información de los flotadores ARGO frente a la costa norte del Perú, la onda de Kelvin cálida habría tenido un mayor impacto en la temperatura del mar entre 300 y 400 metros de profundidad.
11. Según los resultados de los modelos de ondas (forzados con el producto blended, NCEP y ASCAT), se espera que la onda de Kelvin cálida arribe a la costa peruana en junio.
12. Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los seis modelos de NMME con condiciones iniciales de mayo 2021, indican en promedio condiciones neutras entre mayo y noviembre de 2021; sin embargo, sus anomalías son negativas.
13. Para el Pacífico central (región Niño 3.4), los modelos de NMME indican condiciones frías débiles para mayo, condiciones neutras para junio, y, nuevamente, condiciones entre frías débiles y moderadas para julio y noviembre. Al retirar el resultado del modelo de la NASA, no hay cambios en el signo de las anomalías, sin embargo, se esperarían condiciones neutras entre mayo y julio.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

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 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, 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, 8-9.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

- **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
- Urbina, B. y **K. Mosquera, 2020:** Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, pág. 13-20.

Nota: Los Boletines Técnicos del IGP citados se pueden encontrar en:

<http://intranet.igp.gob.pe/productonino/>

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Lic.

Gerardo Rivera, Bach.

Brayan Urbina, Bach.

Agradecimientos

A la Dra. Emily Becker (NOAA) y al Dr. Ben Kirtman (RSMAS) por su apoyo con los datos del proyecto NMME.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Figuras

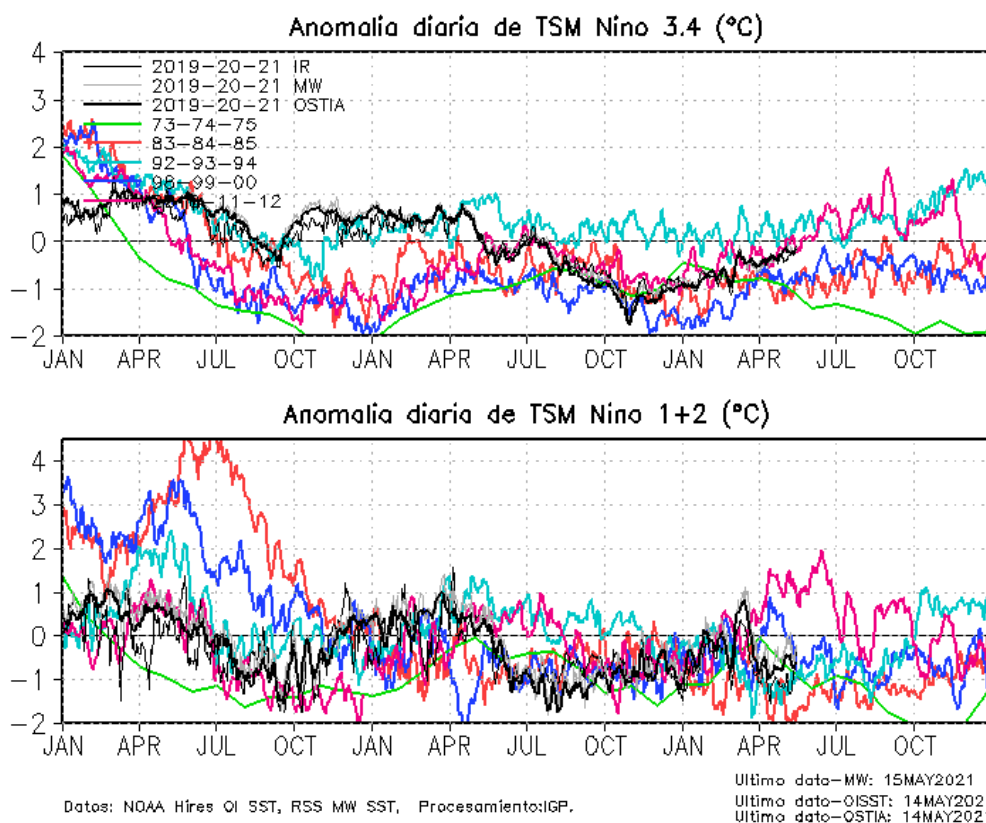


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color verde, rojo, celeste, azul y magenta indican la evolución de la anomalía de la TSM para los periodos 1973-1975, 1983-1985, 1992-1994, 1998-2000 y 2010-2012. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

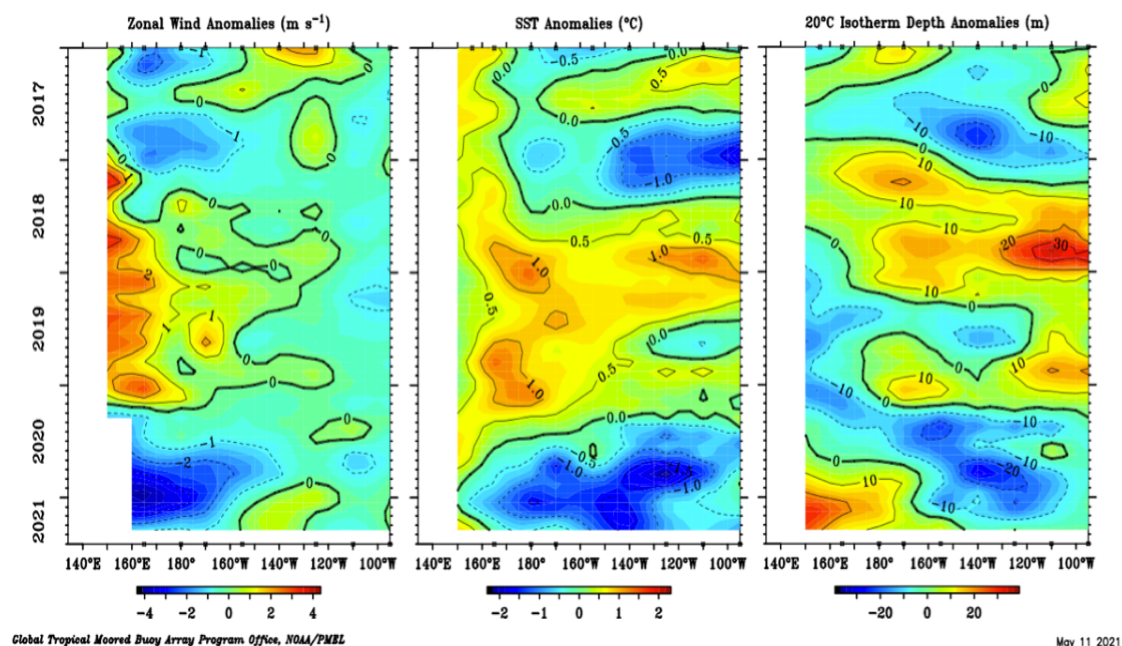


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (a), de la profundidad de la isoterma de 20 $^{\circ}\text{C}$ (b) y de la temperatura superficial del mar (c) a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

**Anomalia de esfuerzo de viento zonal (10^2Nm^{-2})
promediada entre 2S y 2N**

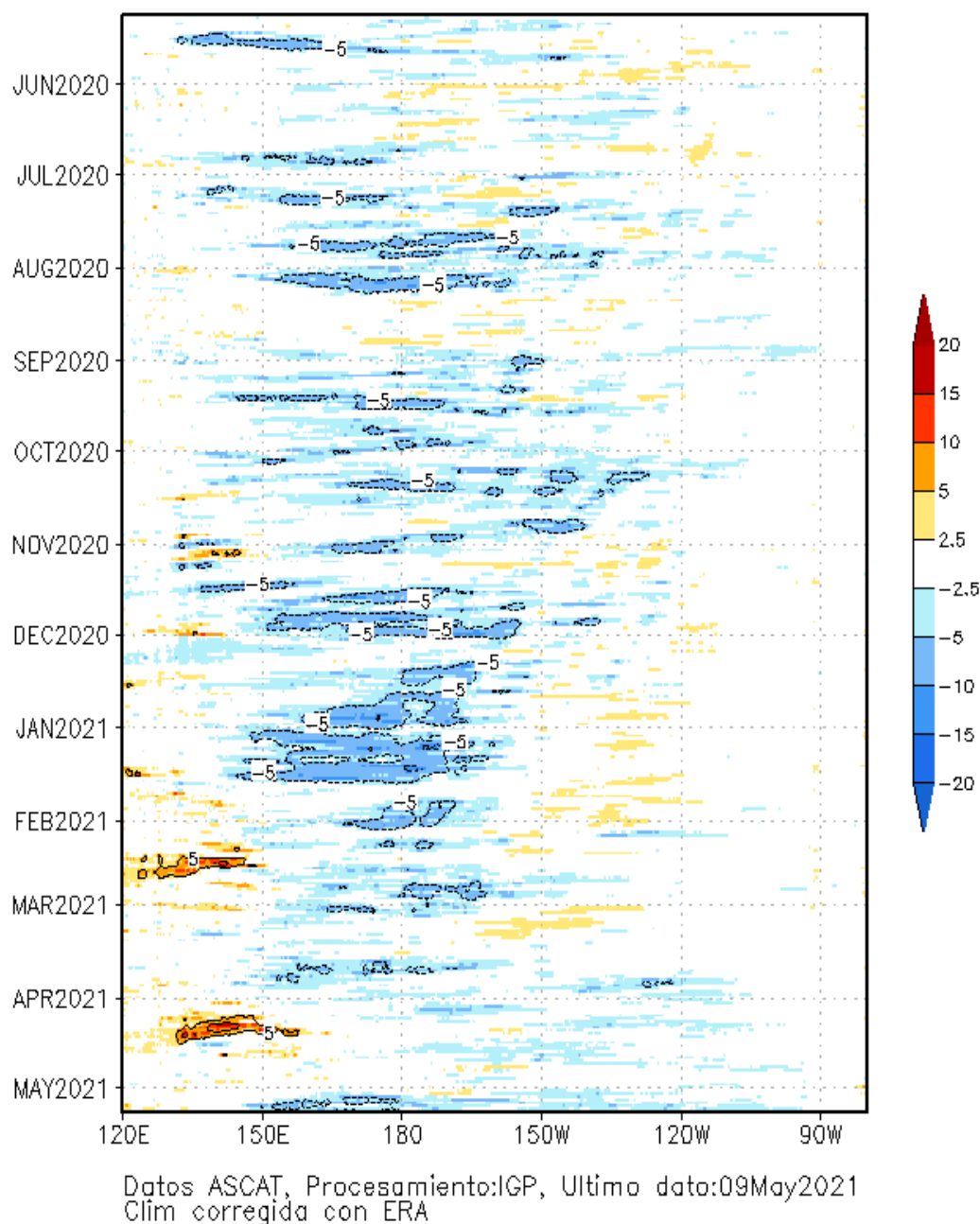


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial que se obtiene de los datos del producto ASCAT hasta el 09 de mayo de 2021. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

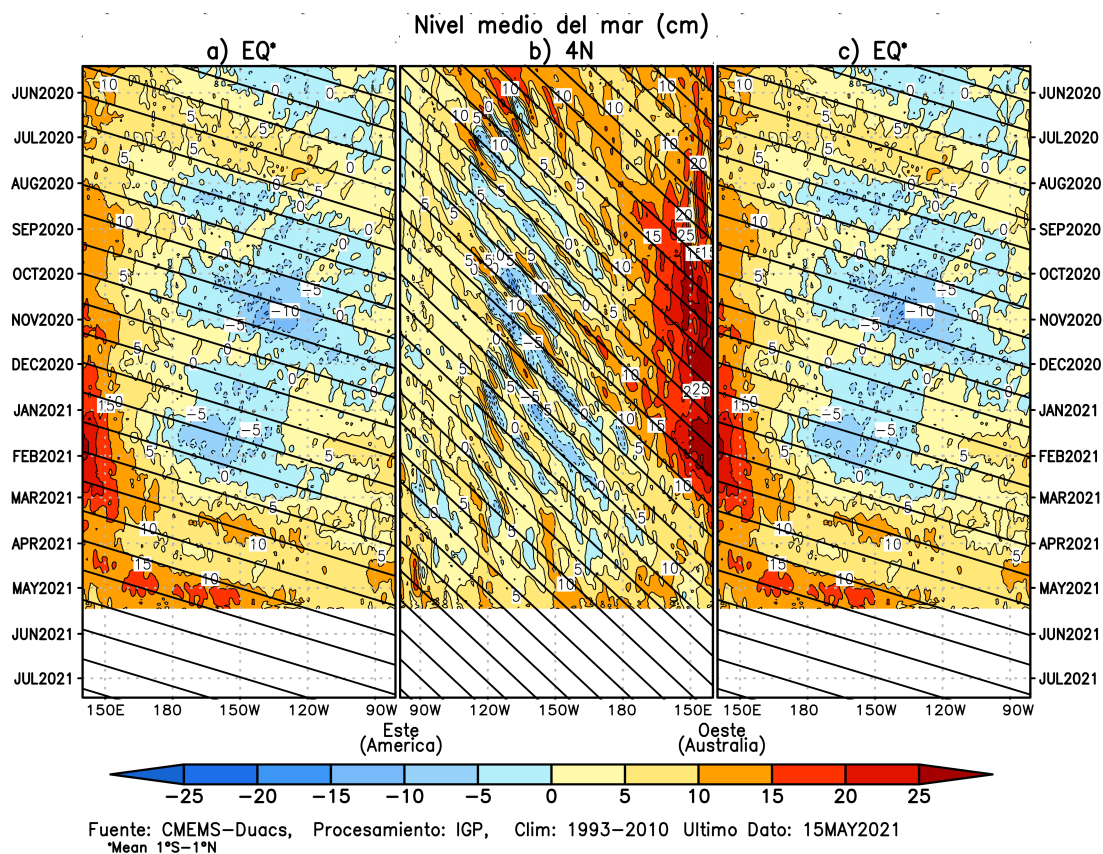


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°N, pero con el eje zonal de este a oeste. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda de Kelvin (a y c) y Rossby (b) si tuvieran una velocidad aproximada de 2.6 m/s y 0.87 m/s, respectivamente. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

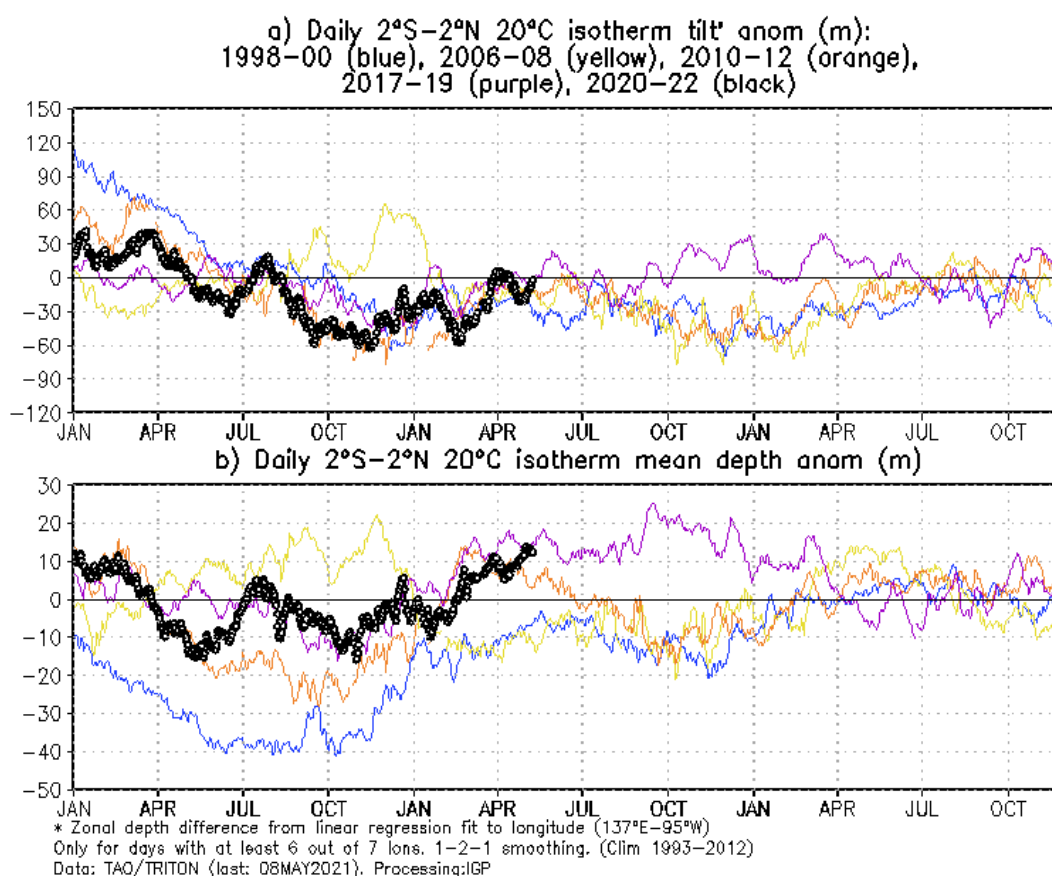


Figura 5. a) Inclínación de la termoclina y **b)** contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (2°N y 2°S). La data usada para este cálculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

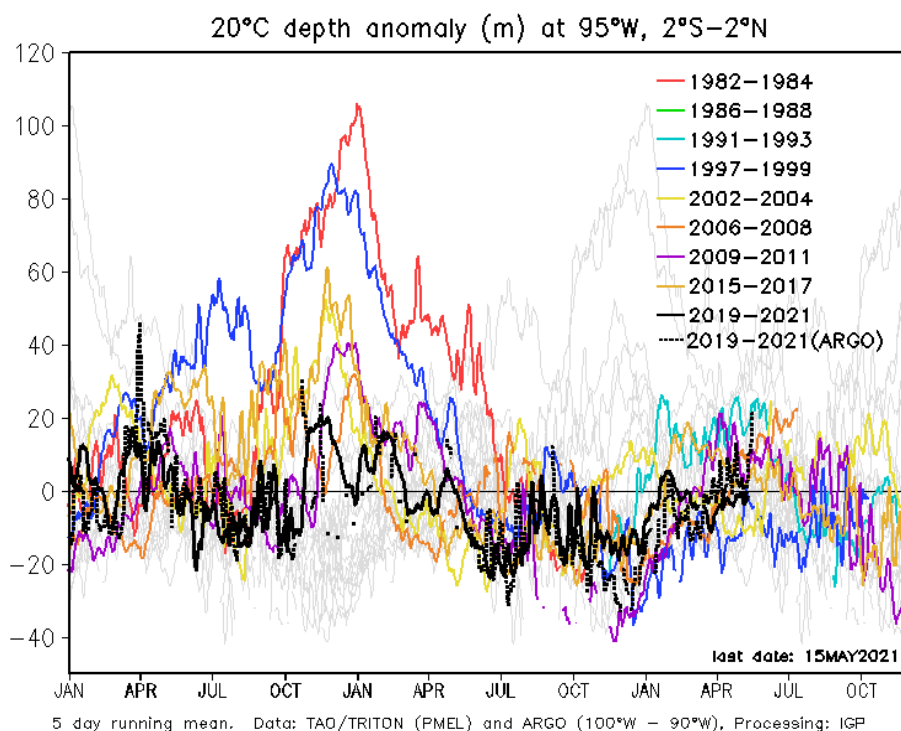


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95°W y promediada entre 2°S y 2°N, con datos de ARGO (línea negra cortada) y TAO (línea negra continua). Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

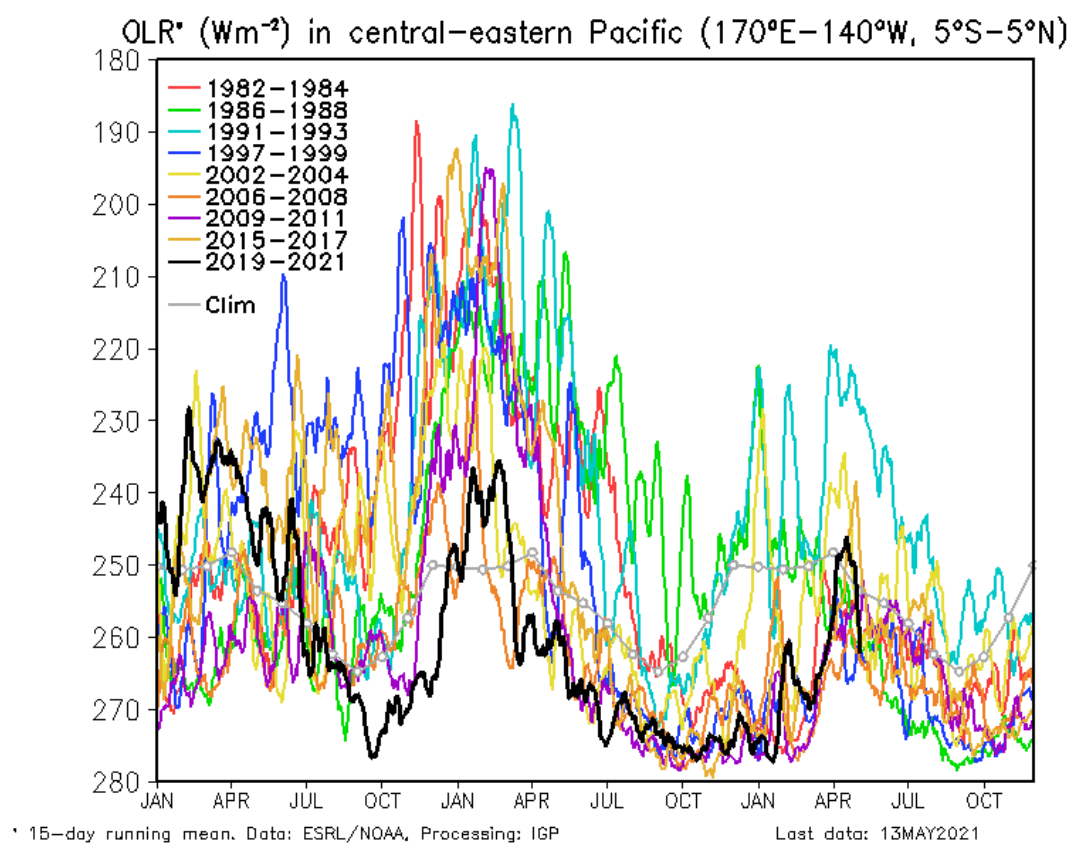


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

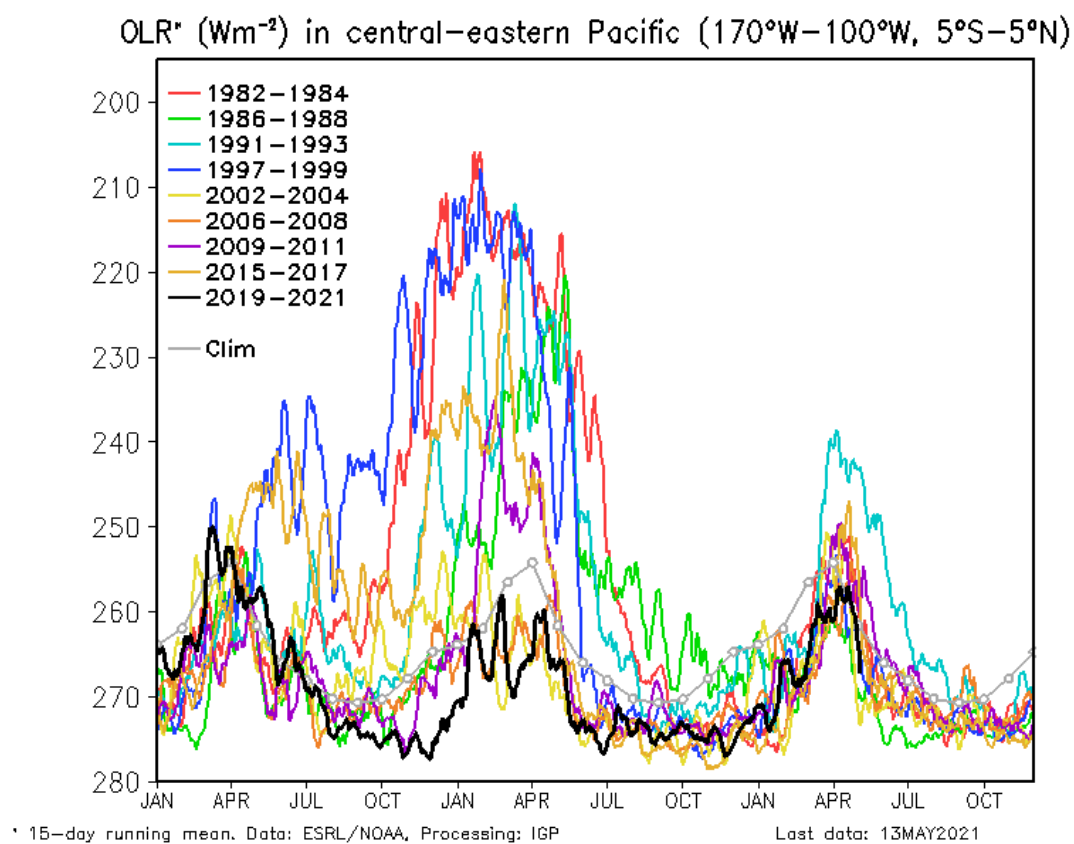


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

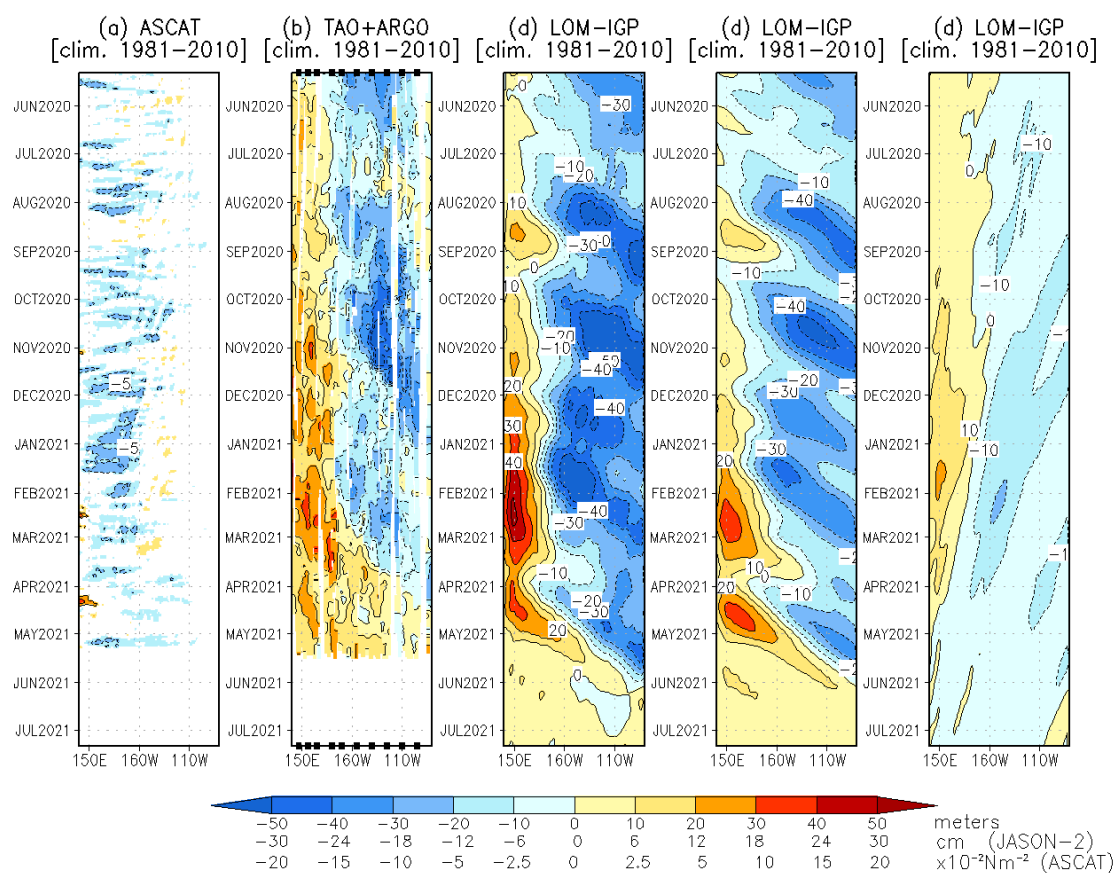


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (primer panel), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C obtenido de los datos de las boyas de TAO y de los flotadores de ARGO (segundo panel), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (tercer panel), diagrama de la onda de Kelvin (cuarto panel) y finalmente diagrama de la onda de Rossby (quinto panel), las que fueron calculadas con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

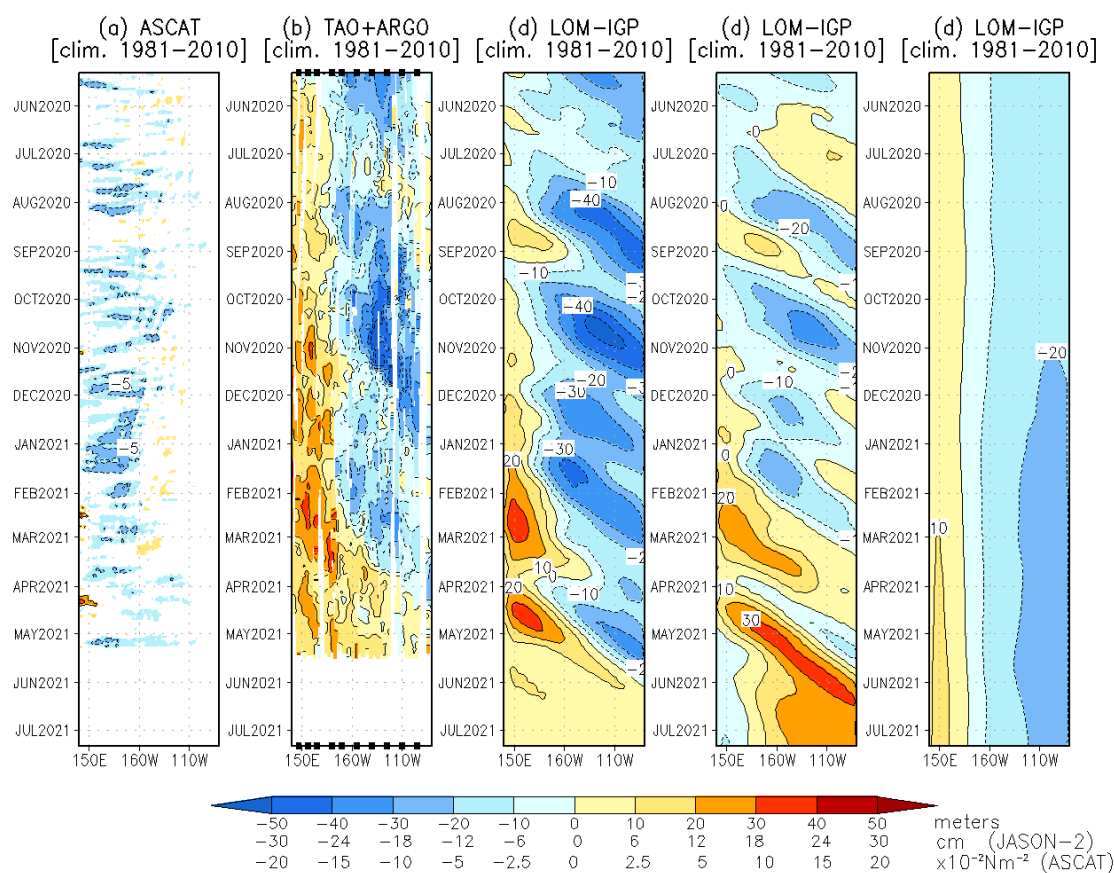


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C obtenido de los datos de las boyas de TAO y de los flotadores de ARGO (segundo panel); onda de Kelvin (tercer panel), onda de Kelvin intraestacional (cuarto panel), onda de Kelvin interanual multiplicado por un factor de dos (quinto panel). Las tres imágenes de la derecha son los resultados numéricos de un modelo oceánico lineal, forzado con información de vientos de ASCAT. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

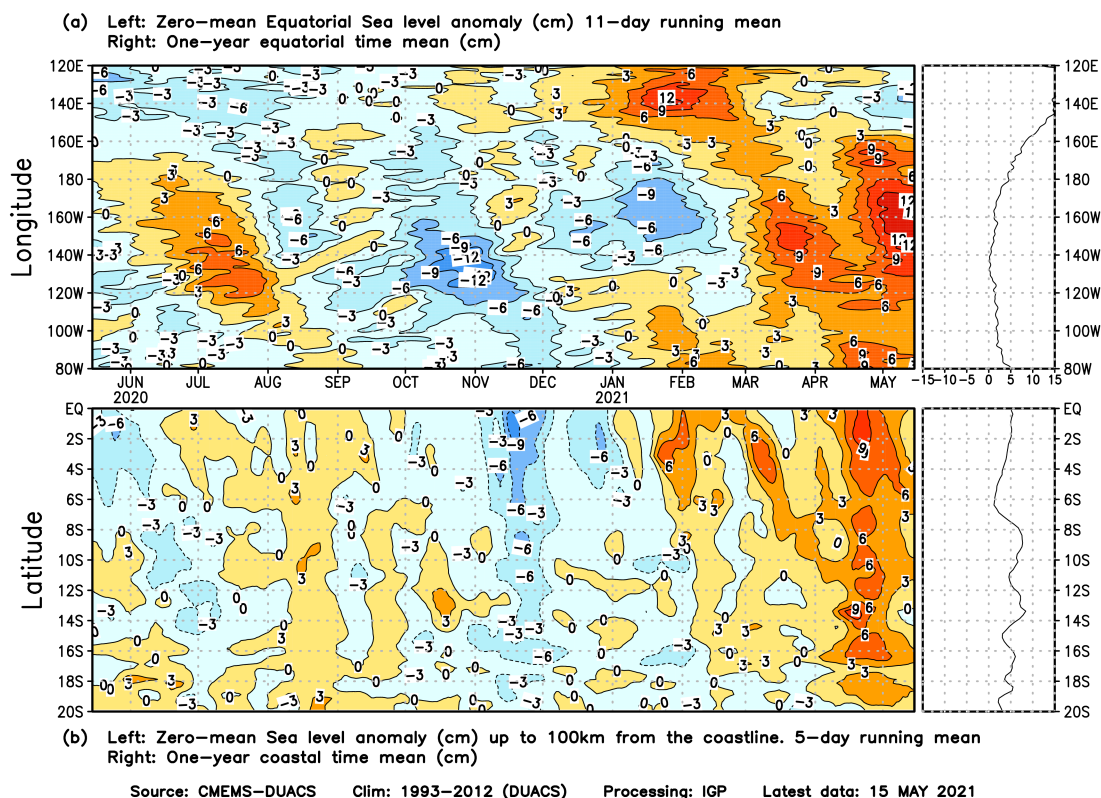


Figura 11. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), que fueron sustraídos a las figuras de la izquierda, respectivamente. Las unidades están en centímetros. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

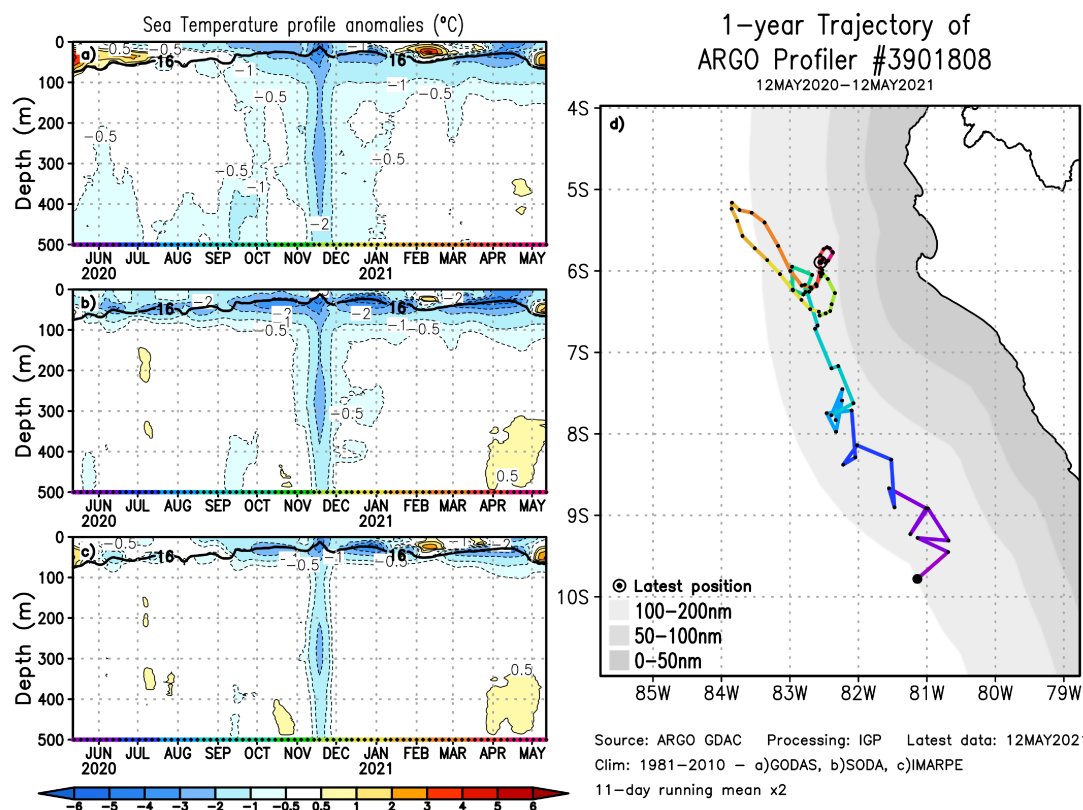


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901808. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días, en donde el círculo abierto representa la última posición del flotador. Elaborado por el GP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

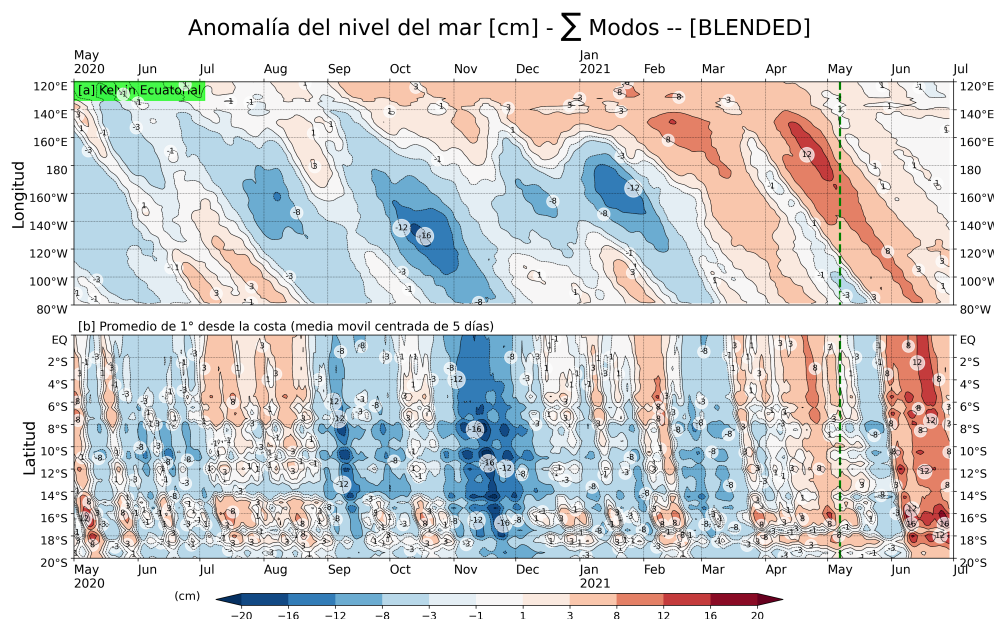


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con el producto de vientos denominado *Blended*. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

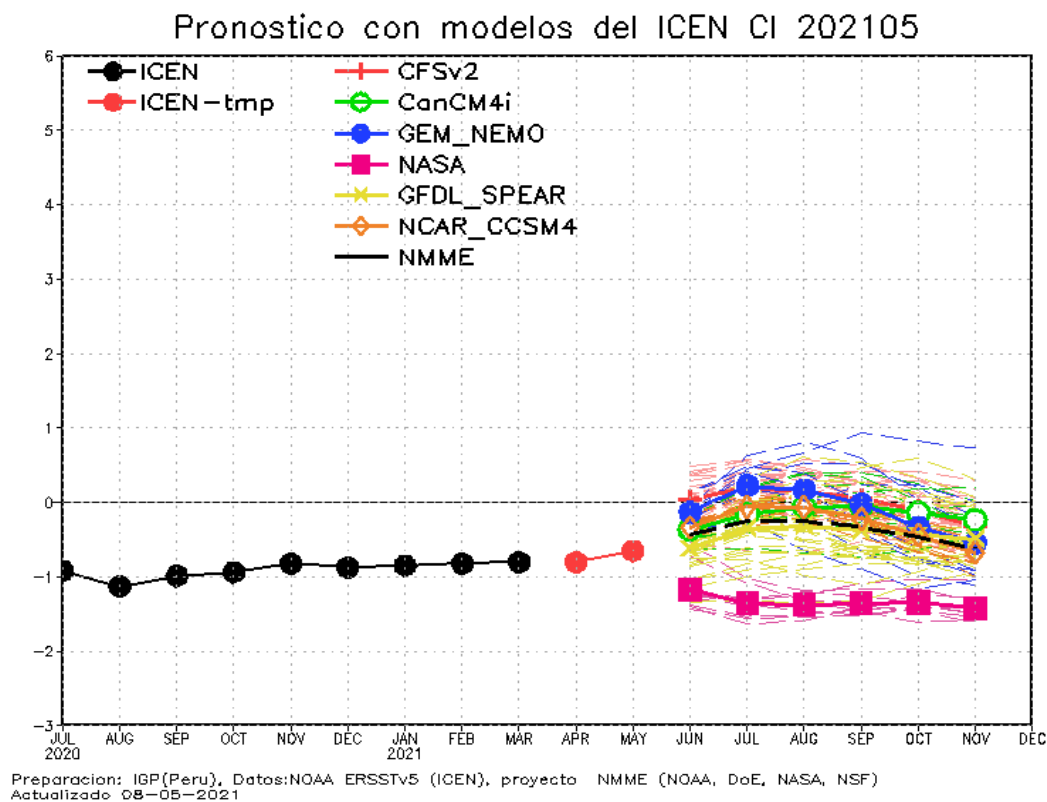


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial de mayo de 2021. Fuente: IGP, NOAA, NMME.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Condiciones Iniciales de Mayo 2021

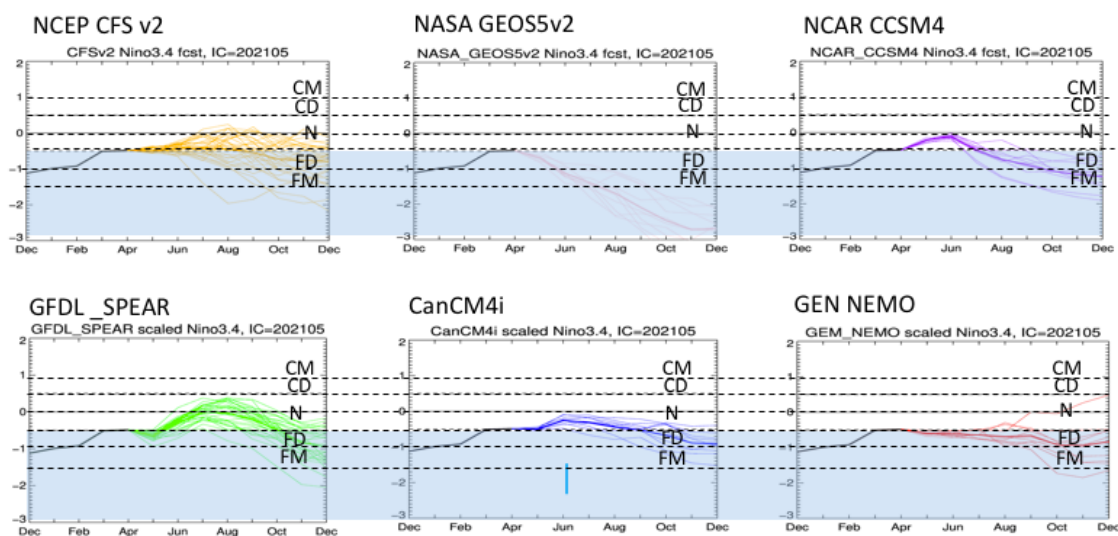


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.