



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

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/2023-02

14/03/2023

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

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), en enero se presentó la condición climática neutra (-0.27°C). Los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de febrero (-0.09°C) y el de marzo (0.63°C) indican condiciones neutras y cálidas débiles, respectivamente. Por otro lado, en el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de enero (-0.71°C) corresponde a la condición fría débil, mientras que los temporales (ONI-tmp) de febrero (-0.46°C) y de marzo (-0.17°C) coinciden en indicar condiciones neutras. Conforme a las observaciones, *in situ* y satelital, la señal de la onda de Kelvin cálida estuvo contribuyendo en el incremento del nivel de mar y de la temperatura superficial del mar. La señal de la onda de Kelvin fría, que se habría formado como consecuencia del pulso de viento del este en las primeras semanas de febrero, en el escenario actual, se observa con una intensidad débil. Se observa que el núcleo de una nueva señal de onda Kelvin cálida, estaría arribando a la costa sudamericana en la siguiente semana.

El promedio de las predicciones de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de marzo de 2023— para el Pacífico oriental indica condiciones cálidas débiles de marzo a abril, y condiciones cálidas moderadas entre mayo y octubre. Por otro lado, para el Pacífico central, se esperarían condiciones neutras de marzo a mayo y condiciones cálidas desde débiles a moderadas entre junio a octubre. Según estos resultados el evento La Niña habría llegado a su fin en el mes de febrero. Por otro lado, de darse un calentamiento del mar en marzo y frente a la costa norte del Perú, como consecuencia del arribo de una onda de Kelvin cálida, no se descarta que esta pueda incrementar la temperatura superficial del mar y contribuir al desarrollo de lluvias en el norte del país.





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 Instituto del Mar del Perú (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 se genera en el marco de esta actividad, el cual se entrega al IMARPE, como coordinador de la actividad y encargado de la presidencia de la comisión multisectorial, para contribuir a la evaluación periódica que dicha comisión realiza. El informe técnico, generado posteriormente por la comisión multisectorial, será el documento oficial sobre el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño/La Niña en el Perú.

Índice Costero El Niño

Utilizando la versión 5 de la información reconstruida y extendida de la temperatura superficial del mar (TSM), denominada ERSSTv5, se calculó el valor del ICEN (región Niño 1+2) para enero de 2023, el cual indica la condición neutra (Tabla 1). Para el cálculo del ICEN se utilizan los datos que son denominados como "datos en tiempo real", los que son actualizados en el transcurso de los siguientes meses. Por este motivo, existirán pequeñas discrepancias en el valor del ICEN para los meses anteriores cuando se use la data actualizada.

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

Año	Mes	ICEN	Categoría
2022	Octubre	-1.39	Fría Moderada
2022	Noviembre	-1.24	Fría Moderada
2022	Diciembre	-0.81	Neutro
2023	Enero	-0.27	Neutro

Para los siguientes dos meses se generan valores preliminares y temporales del ICEN (ICENtmp), que se calculan usando el 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 febrero y marzo 2023.

Año	Mes	ICENtmp	Categoría
2023	Febrero	0.09	Neutro
2023	Marzo	0.63	Cálida débil

Los valores del ICENtmp de febrero y marzo de 2023 indican condiciones neutras (Tabla 2).



Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Índice Oceánico Niño (ONI)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el valor del ONI (*Ocean Niño Index* en inglés) de enero de 2023, actualizado por la NOAA, es -0.71 °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 (°C)	Categoría
2022	Octubre	-1.00	Fría Moderada
2022	Noviembre	-0.93	Fría Débil
2022	Diciembre	-0.83	Fría Débil
2022	Enero	-0.71	Fría Débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de febrero y marzo de 2023, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, coinciden en indicar la condiciones neutras (Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2023	Febrero	-0.46	Neutra
2023	Marzo	-0.17	Neutra

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En febrero, el valor del promedio de la anomalía de la TSM que se registró en la región Niño 3.4 estuvo en el rango neutral. Por otro lado, en la región Niño 1+2, el valor promedio de la anomalía de la TSM estuvo dentro de la condición cálida moderada, tal como se puede apreciar en la Figura 1. Según la información de los datos obtenidos de las boyas de TAO, los vientos alisios intensos se han concentrado al oeste de la línea de cambio de fecha (Figura 2a). Con respecto a la anomalía de la TSM, se mantiene con una tendencia positiva hacia la normalización (Figura 2b) y con relación a la profundidad de la termoclina, esta tiene valores positivos al oeste de 150 °W (Figura 2c). Conforme a la información de los datos de vientos observados (ASCAT), en la primera semana del mes se desarrolló un pulso de viento del este muy intenso entre 160°E y 160°W, también se observaron pulsos de viento del oeste débiles en la región oriental y occidental (Figura 3).

Según la información diaria de los datos de TAO, la termoclina se encuentra más inclinada de lo normal (Figura 5a), lo que se debería a su mayor profundidad en la región oeste del Pacífico. La profundidad

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).





promedio —relacionada al contenido de calor— tiene un valor superior a su normal (Figura 5b). En la región oriental (boya TAO en 110°W), el valor de la anomalía promedio de la profundidad de la termoclina fue superior a su climatología (Figura 6).

Los valores de OLR (Outgoing Longwave Radiation) en febrero, tanto en la zona occidental (170°E-140°W, 5°S-5°N) como la oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N), fueron mayores a sus valores climatológicos, tal como se puede ver en la Figura 7 (zona occidental) y la Figura 8 (zona oriental).

Conforme a la información de altimetría satelital y de los resultados de los modelos numéricos de ondas, una onda de Kelvin cálida habría iniciado su arribo a la costa sudamericana. Por otro lado, se observa el desplazamiento de una onda de Kelvin fría hacia la región oriental, actualmente se encuentra, aproximadamente, en 100 °W y con una magnitud débil. Finalmente, una onda de Kelvin cálida estaría localizada en aproximadamente 160°W (Figura 4, 12 y 13).

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Frente a la costa peruana y dentro de las 200 millas náuticas, el promedio de los últimos 30 días indica que los vientos alisios frente a la costa peruana estuvieron con valores dentro de su climatología desde los 5°S y 16 °S. En el norte, los vientos fueron del noroeste, mientras que más al sur los valores estuvieron por encima de lo normal. Los valores de la TSM, según OSTIA, mostraron valores, en promedio, alrededor de su normal. Según el producto DUACS, el nivel del mar promedio mantiene valores por encima de lo normal en toda la costa, más intenso al norte de 8°S (ver Figura 10). La información de los flotadores ARGO, los cuales se ubican principalmente más allá de las 50 millas náutica indican anomalías positivas por encima de los 50 metros de profundidad. Luego se observaron anomalías negativas entre 50 y 250 metros de profundidad para luego volver a anomalías positivas.

Sin el promedio de los últimos 365 días de la información diaria de DUACS, desde inicio del año, se observan anomalías positivas del nivel del mar, frente a la costa peruana, lo cual se debería al paso del paquete de ondas de Kelvin cálidas, que iniciaron su arribo desde finales de diciembre (Figura 9b). Según la información del flotador ARGO (No. 6903003) —localizado dentro las 200 millas náuticas de la costa y entre 3.5° y 4.5°S—, desde febrero se registran anomalías positivas dentro de los 50 m de profundidad (Figura 11).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según los datos *in situ* y los resultados de los modelos de ondas, se puede indicar que el núcleo de la onda de Kelvin cálida debe estar arribando en los siguientes días. Por otro lado, en la segunda mitad del mes, se espera la llegada de una onda de Kelvin fría de baja intensidad a la costa peruana . Finalmente, una nueva onda de Kelvin cálida que se observa en la zona central y occidental del Pacífico, debe arribar a fines de abril e inicios de mayo (Figura 12 y 13).



Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, los pronósticos de los seis modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR² y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales de marzo de 2023, indican, en promedio, condiciones cálidas débiles para los meses marzo y abril, cálidas moderadas de mayo a setiembre. (ver Tabla 5 y Figura 14). Esto último significa, según los resultados de los modelos, el inicio de un evento El Niño costero, por lo pronto de magnitud moderada a partir de marzo.

Tabla 5. Pronósticos del ICEN de los modelos climáticos con condiciones iniciales de marzo de 2023

<i>Modelo</i>	<i>FMA</i>	<i>MAM</i>	<i>AMJ</i>	<i>MJJ</i>	<i>JJA</i>	<i>JAS</i>	<i>ASO</i>	<i>SON</i>
CFSv2	0.45	0.71	1.09	1.31	1.39	1.34	1.24	1.17
CanCM4i	0.37	0.61	1.05	1.50	1.62	1.46	1.19	0.96
GEM5_NEMO	0.68	0.95	0.92	0.69	0.46	0.38	0.41	0.36
NASA	0.75	1.27	1.82	2.22	2.28	2.05	1.71	1.43
GFDL_SPEARE	0.99	1.55	1.97	2.07	2.10	2.06	1.92	1.70
NCAR_CCSM4	0.53	0.87	1.22	1.38	1.37	1.25	1.03	0.83
Promedio								
NMME	0.63	0.99	1.35	1.53	1.54	1.42	1.25	1.08

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los pronósticos de los mismos modelos del párrafo anterior, se esperarían condiciones neutras hasta mayo de 2023, seguidas de condiciones cálidas débiles para los meses de junio a setiembre, finalmente para el mes de octubre se esperaría la condición cálida moderada. Esto indica, según los modelos, la finalización del evento La Niña 2021-2022 en el Pacífico central (ver Tabla 6 y Figura 15) y un inicio de un evento El Niño en el Pacífico central, desde junio, de magnitud débil.

Tabla 6. Pronósticos del ONI de los modelos climáticos con condiciones iniciales de marzo de 2023

<i>Modelo</i>	<i>FMA</i>	<i>MAM</i>	<i>AMJ</i>	<i>MJJ</i>	<i>JJA</i>	<i>JAS</i>	<i>ASO</i>	<i>SON</i>
CFSv2	-0.14	0.17	0.37	0.58	0.79	0.97	1.12	1.25
CanCM4i	-0.23	0.02	0.25	0.59	0.92	1.11	1.17	1.16
GEM5_NEMO	-0.30	-0.07	0.15	0.37	0.53	0.60	0.57	0.55
NASA	-0.11	0.23	0.42	0.61	0.73	0.83	0.91	1.01
GFDL_SPEAR	-0.14	0.20	0.51	0.85	1.10	1.21	1.21	1.27
NCAR_CCSM4	-0.12	0.14	0.29	0.49	0.71	0.88	0.95	0.99
Promedio								
NMME	-0.17	-0.12	0.33	0.58	0.80	0.93	0.99	1.04

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 de la unidad, la paz y el desarrollo"

Conclusiones

Según la información oceánica y atmosférica, en el mes de febrero persistieron los valores de la TSM por debajo de su normal en casi toda la región ecuatorial. Se aprecia, también, la deficiencia de precipitación en la región occidental; sin embargo, las anomalías de la TSM muestran una tendencia positiva, es posible la finalización del evento La Niña.

Frente a costa norte y centro (región Niño 1+2), las anomalías diarias de la TSM alcanzaron valores positivos, con valores superiores a 1.5°C. El valor del ICEN para enero (-0.27) y el valor temporal de febrero (0.09) corresponden a la condición neutra.

Según la información del modelo de ondas, se espera que el núcleo de la onda de Kelvin cálida alcance la costa sudamericana en los siguientes días, lo que podría incrementar la temperatura superficial del mar a valores críticos que puedan contribuir al desarrollo de lluvias en el norte del país (Ramos, 2015). Por otro lado, se espera la llegada de una onda de Kelvin fría de poca intensidad en la siguiente semana. Una nueva onda Kelvin cálida estaría arribando a fines de abril e inicios de mayo.

Los pronósticos de los modelos numéricos de centros internacionales indican condiciones cálidas, de débiles a moderadas, por lo pronto, hasta el mes de octubre frente a la costa norte y centro del Perú. Esto significa el desarrollo de un evento El Niño de magnitud moderada, al menos hasta el último pronóstico, desde finales del verano hasta finales del invierno. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los pronósticos de estos modelos más allá del mes de abril o mayo son menos confiables (Reupo y Takahashi, 2014) debido a la barrera de predictibilidad.

En el Pacífico central, los mismos modelos descritos en el párrafo anterior pronostican condiciones neutras hasta mayo de 2023, lo que indicaría, según estos resultados, que La Niña en el Pacífico central finalizaría en el mes de febrero. Por otro lado, los resultados de estos modelos muestran una transición hacia un evento El Niño desde junio de 2023. Si bien los modelos tienen un buen *skill* en dicha región para poder pronosticar las condiciones del mar más allá de abril y mayo, aún es necesario tener mayor información observacional que indique, claramente, dicha transición.





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.
- 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.
- Ramos, Y., 2015: El cambio climático y la lluvia en la costa norte. Boletín técnico: "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 2(8), 4-8.
- **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", Inst. Geofísico del Perú, Enero, 1, 8-9.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- **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, 13-20.
- Zuta, S., y O. Guillén, 1970: Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Boletín Instituto Del Mar Del Perú, 2(5), 157-324. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/249>

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

<https://repositorio.igp.gob.pe/>

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 de la unidad, la paz y el desarrollo"

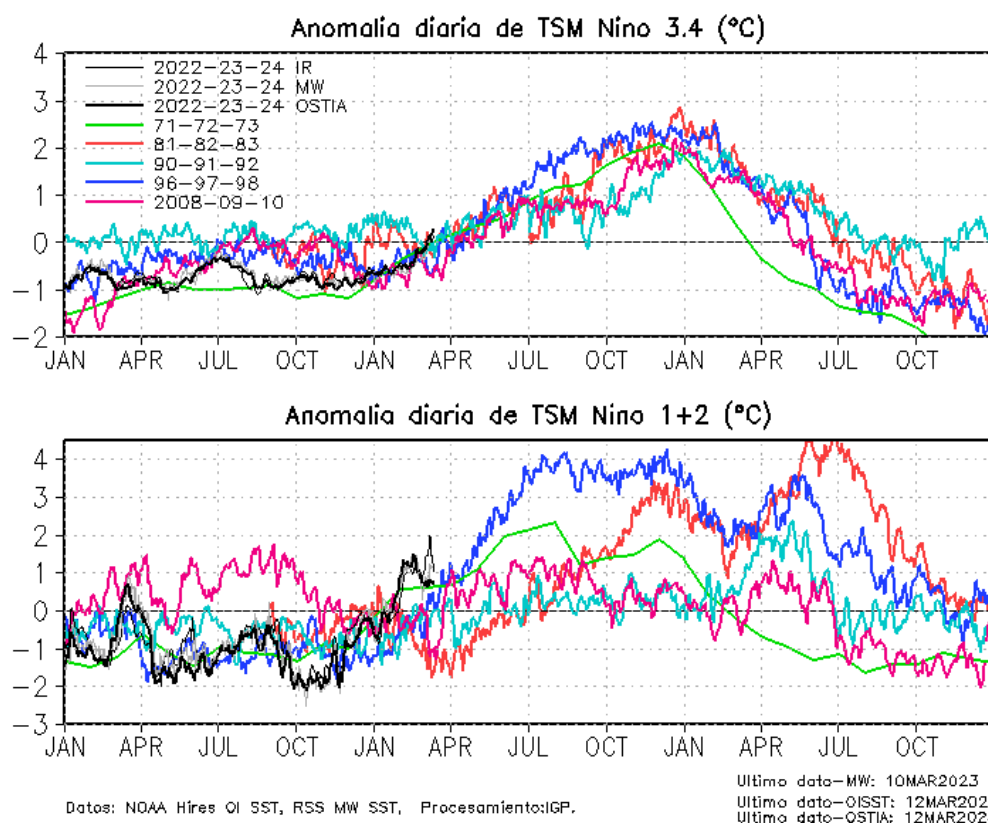


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

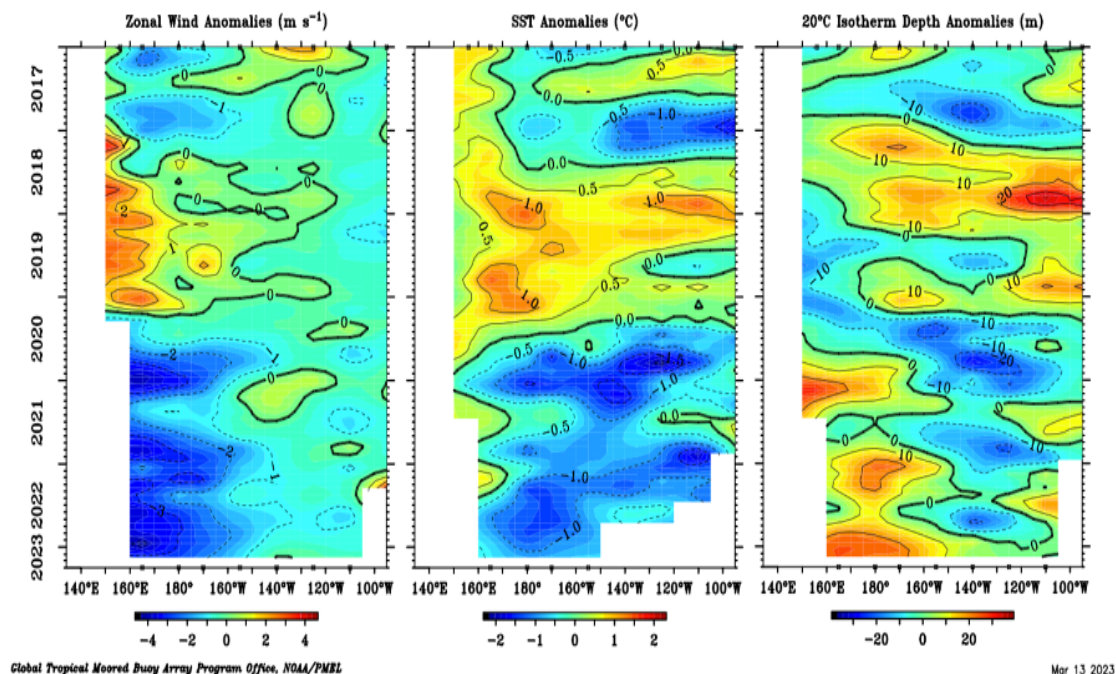


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (a), de la profundidad de la isoterma de 20 °C (b) y de la temperatura superficial del mar (c) a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

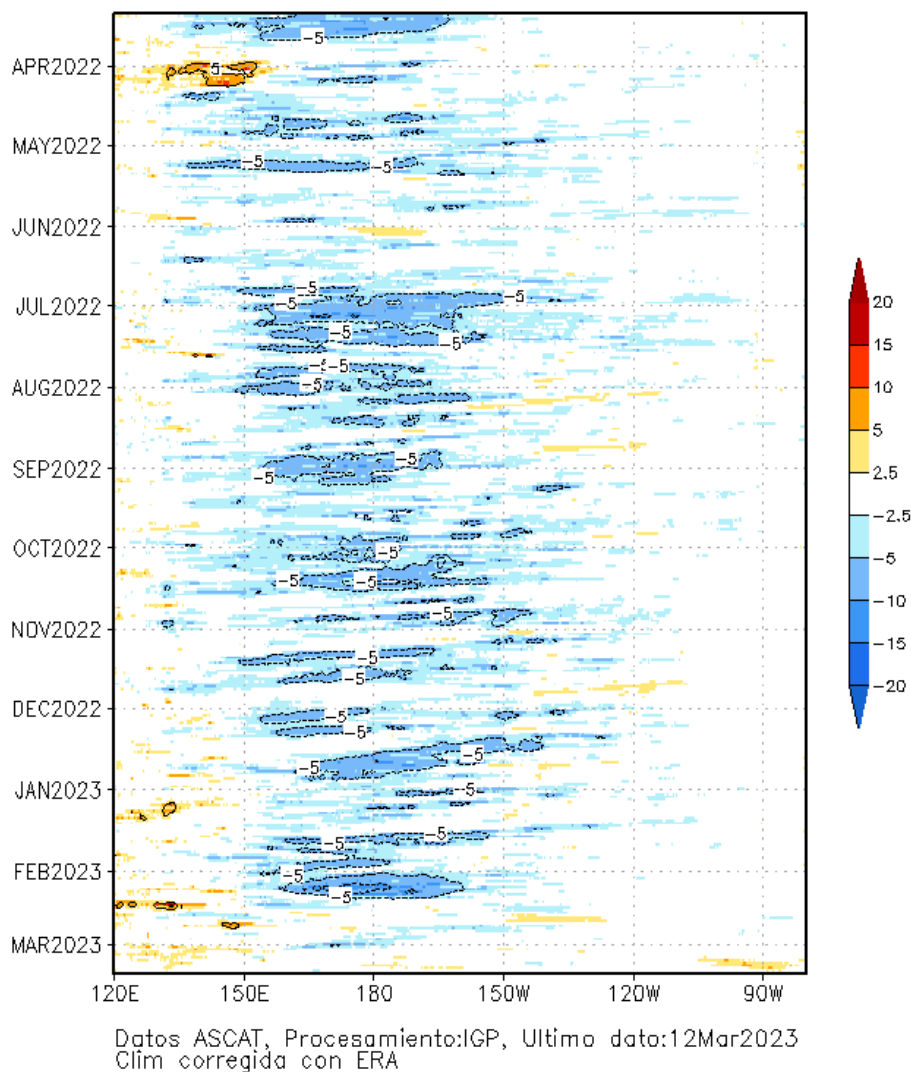
Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

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



Datos ASCAT, Procesamiento:IGP, Ultima data:12Mar2023
Clim corregida con ERA

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 12 de marzo de 2023. Elaborado por el IGP.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

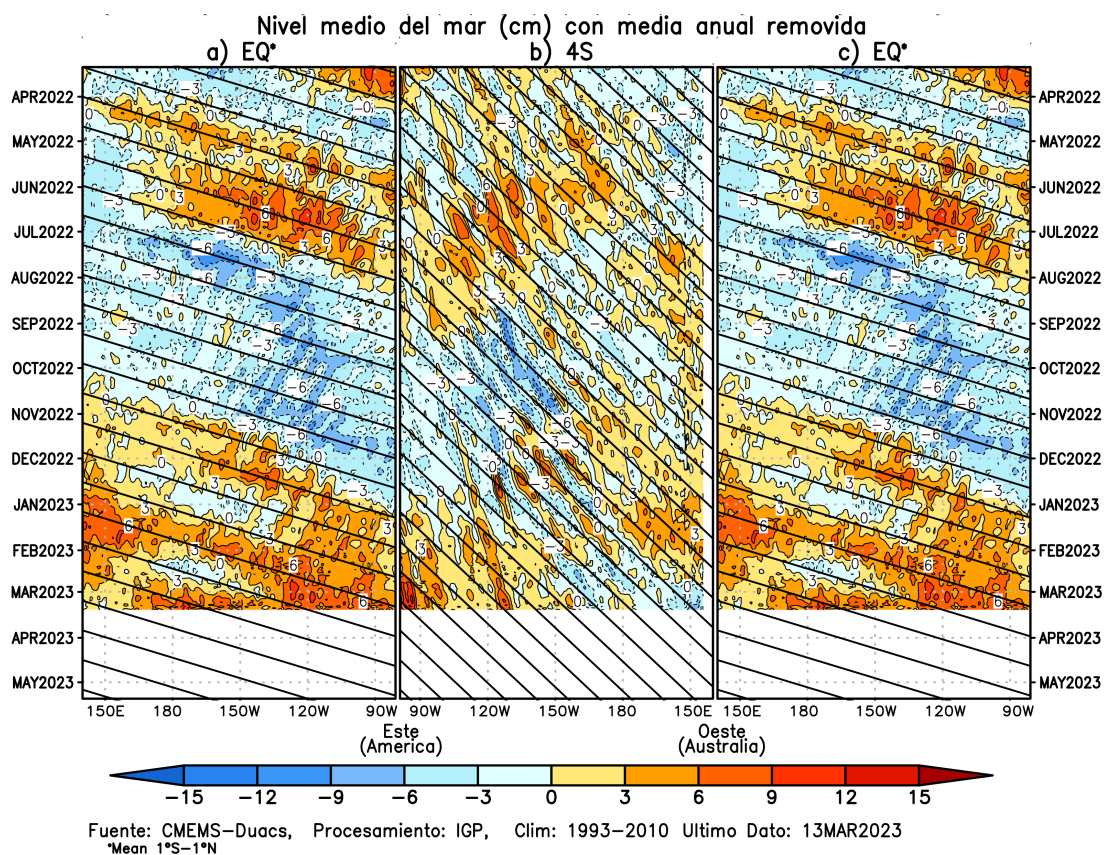


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°S, pero con el eje zonal de este a oeste. 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.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

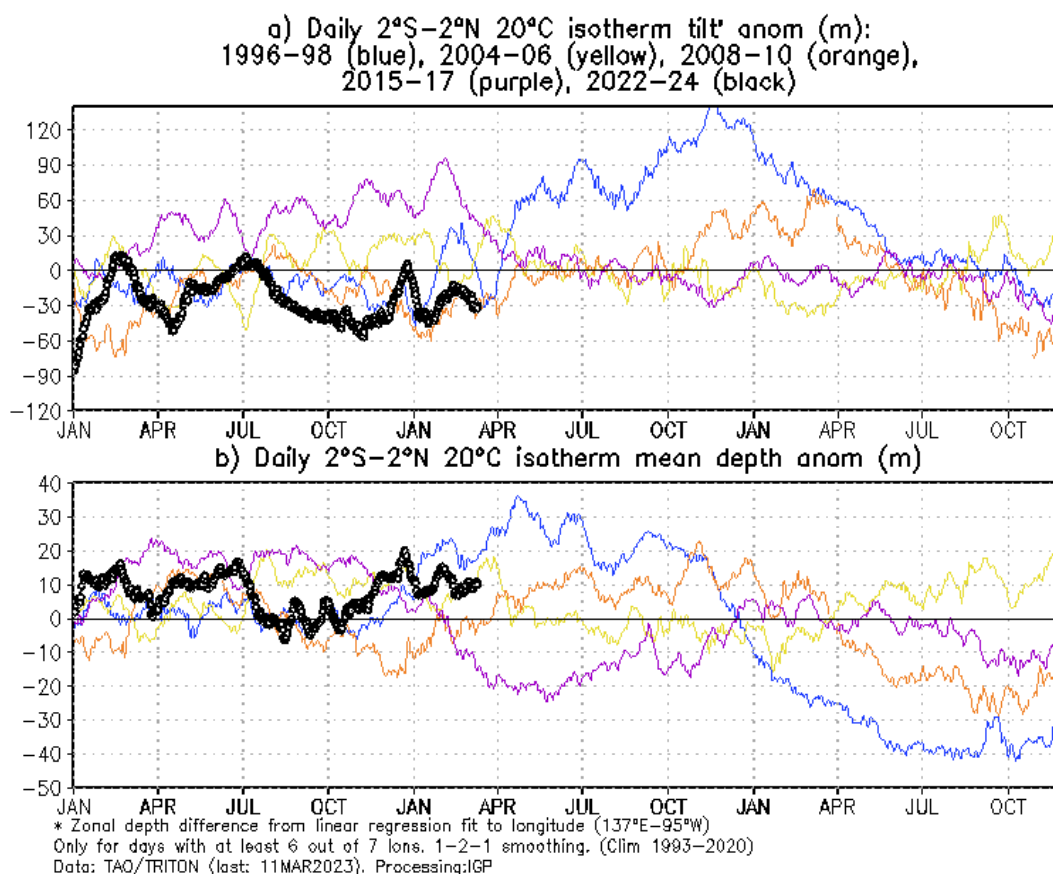


Figura 5. a) Inclínación de la termoclina y **b)** contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (2°N y 2°S). La data usada para este cálculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

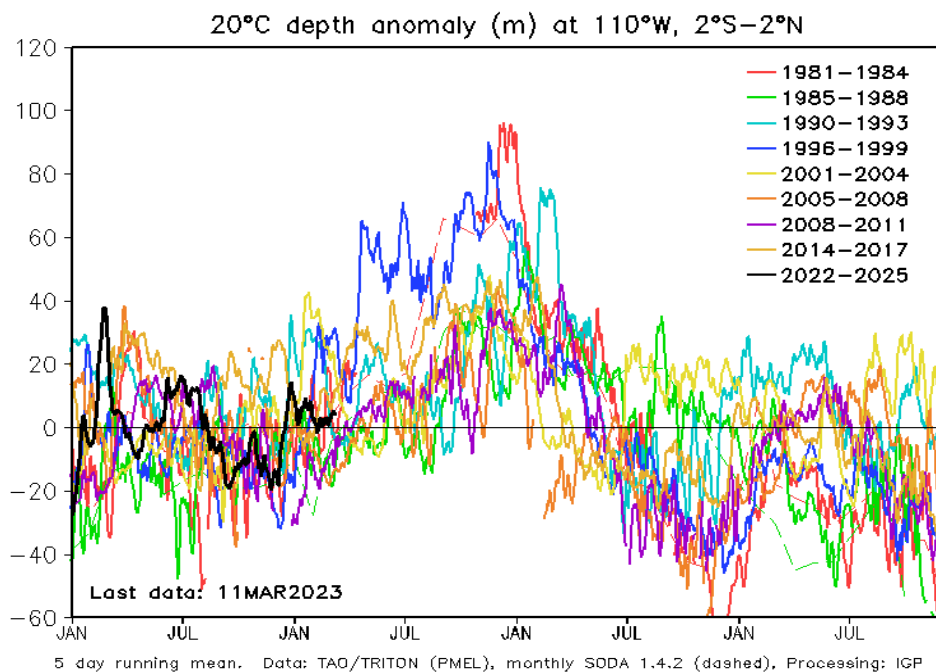


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 110°W y promediada entre 2°S y 2°N. La data usada para este calculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

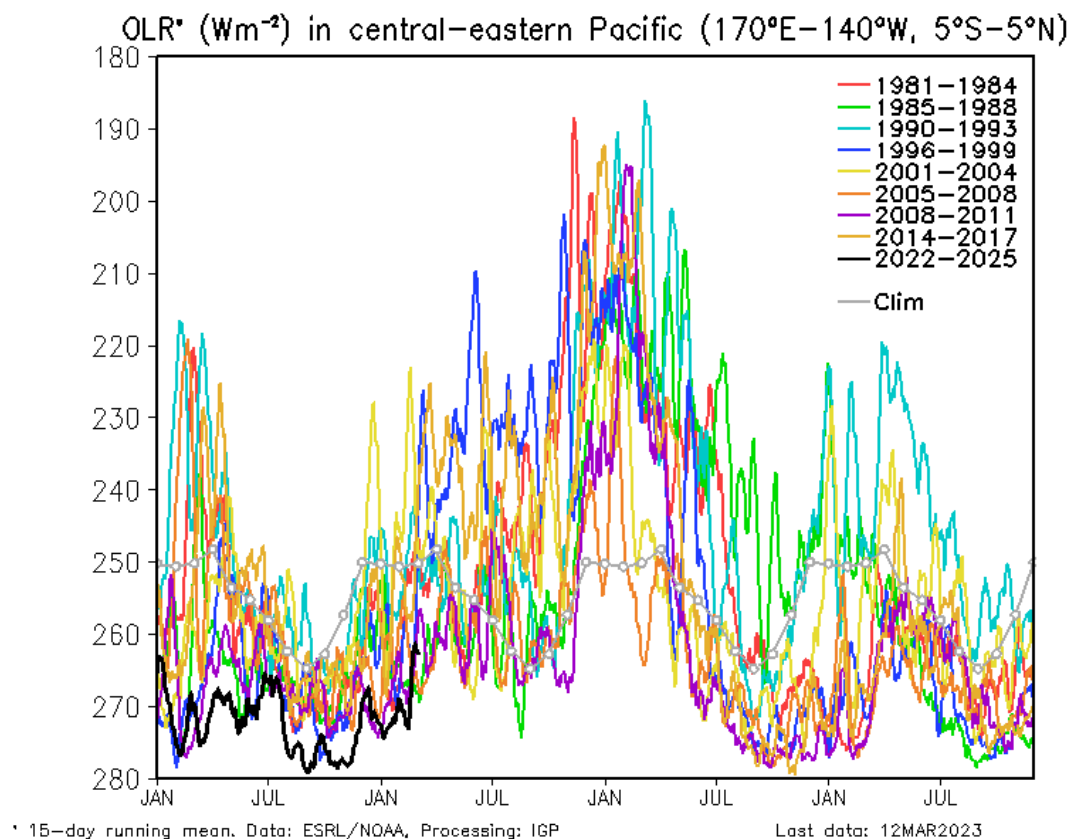


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

OLR* (Wm^{-2}) in central-eastern Pacific (170°W – 100°W , 5°S – 5°N)

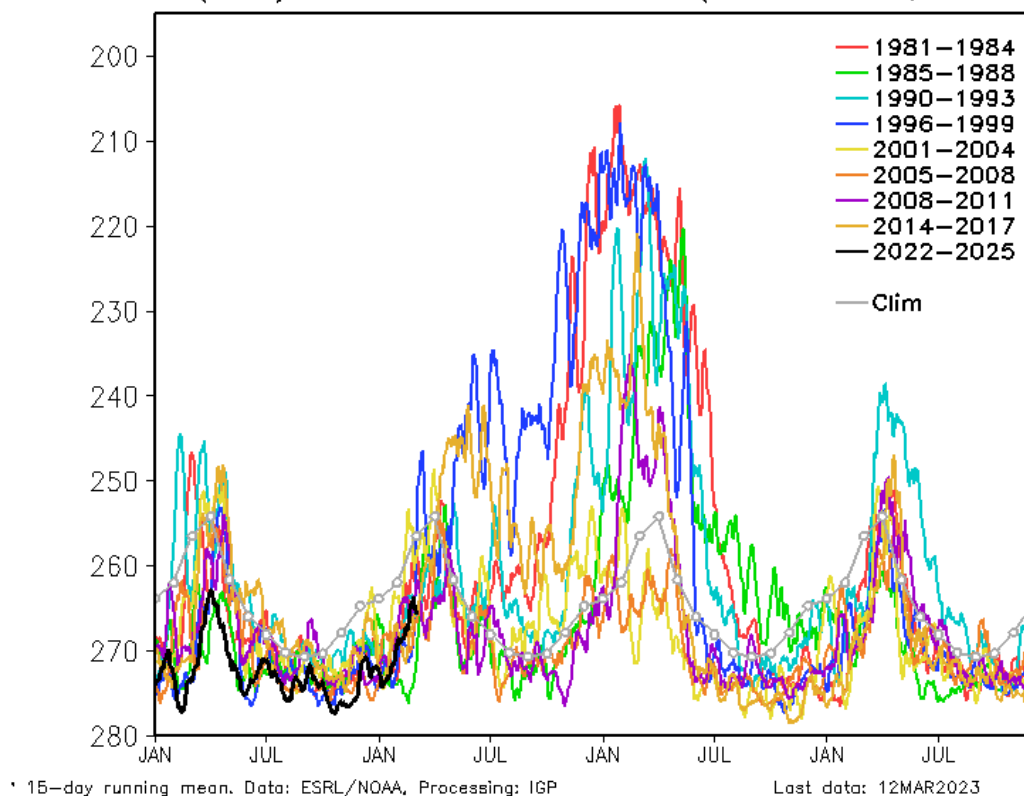


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

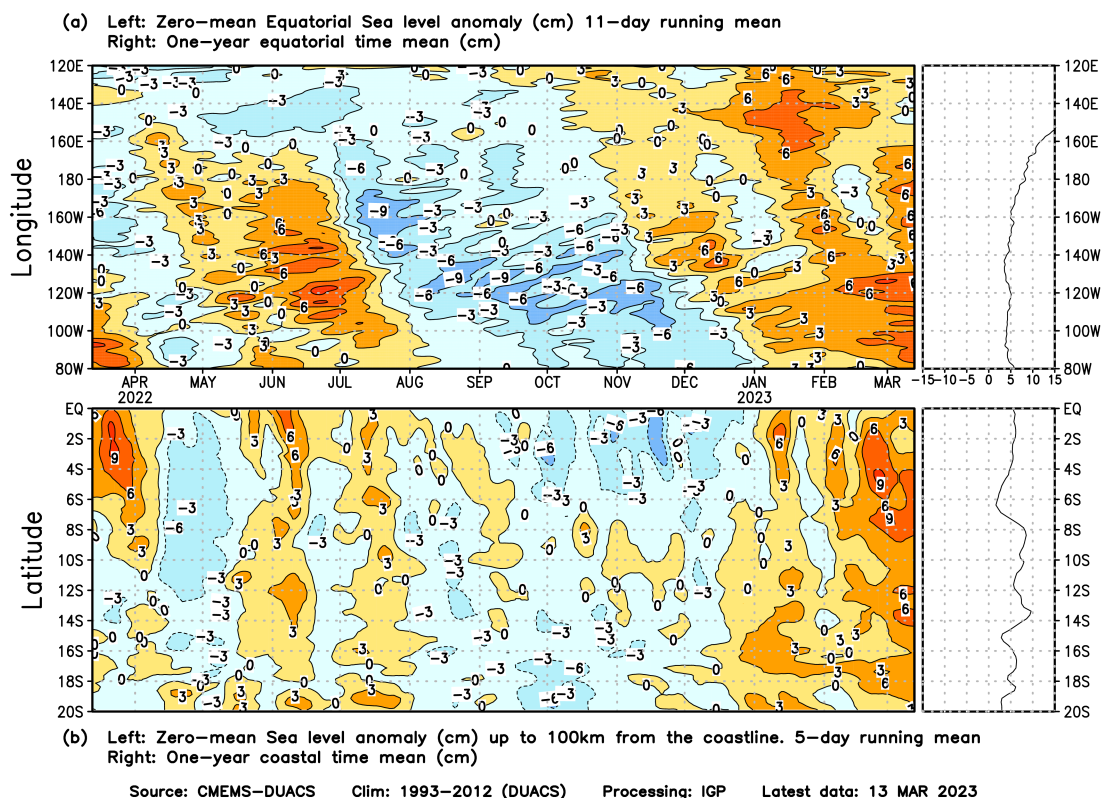


Figura 9. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), 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 de la unidad, la paz y el desarrollo"

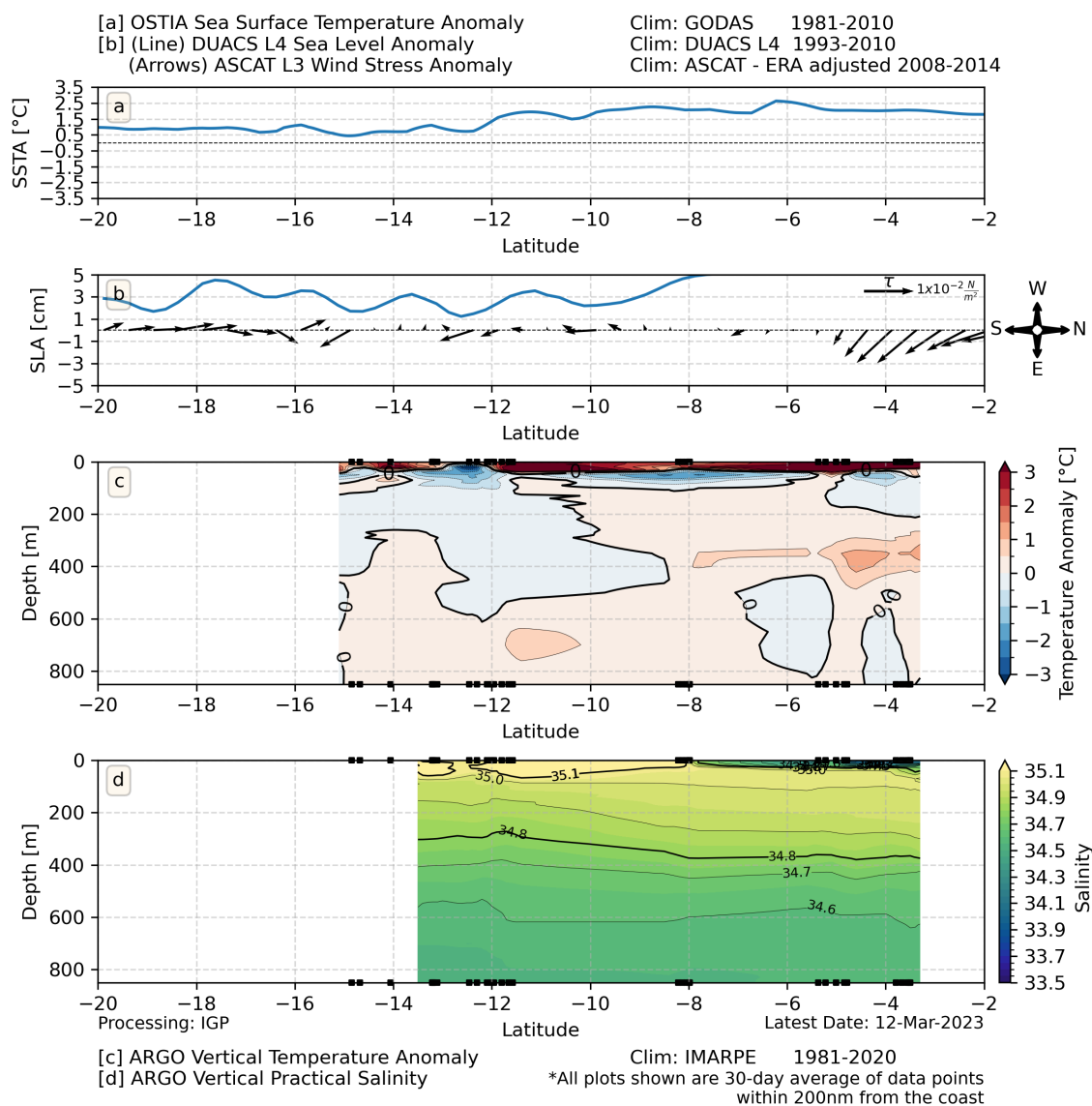


Figura 10. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente, 3) anomalía de la temperatura del mar obtenida de los flotadores ARGO y 4) Salinidad obtenida de los flotadores ARGO. En el segundo panel, la relación entre el tamaño y la magnitud del vector se indica en el extremo superior izquierdo, mientras que la dirección y sentido se entienden por medio de los puntos cardinales que se localizan a la derecha.

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

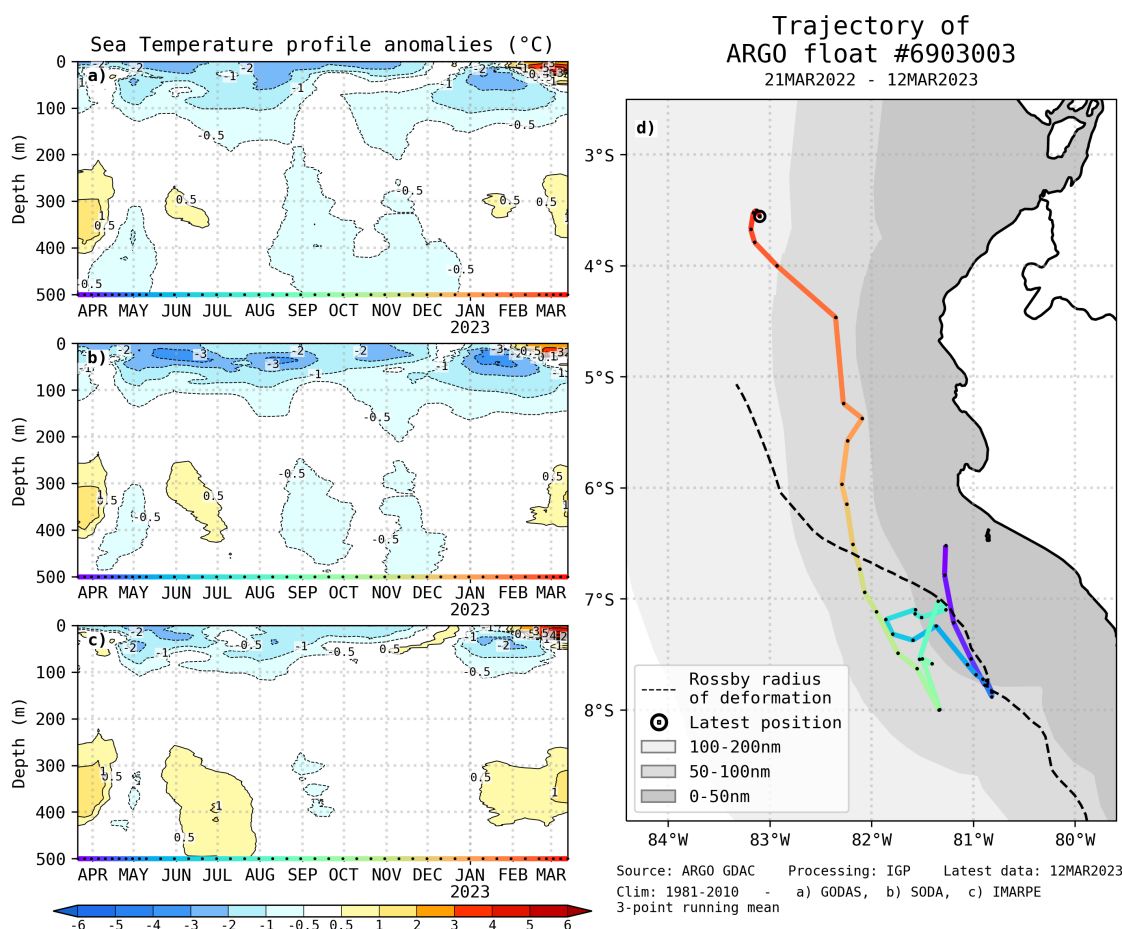


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días y el círculo abierto representa la última posición del flotador. Elaborado por el GP.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

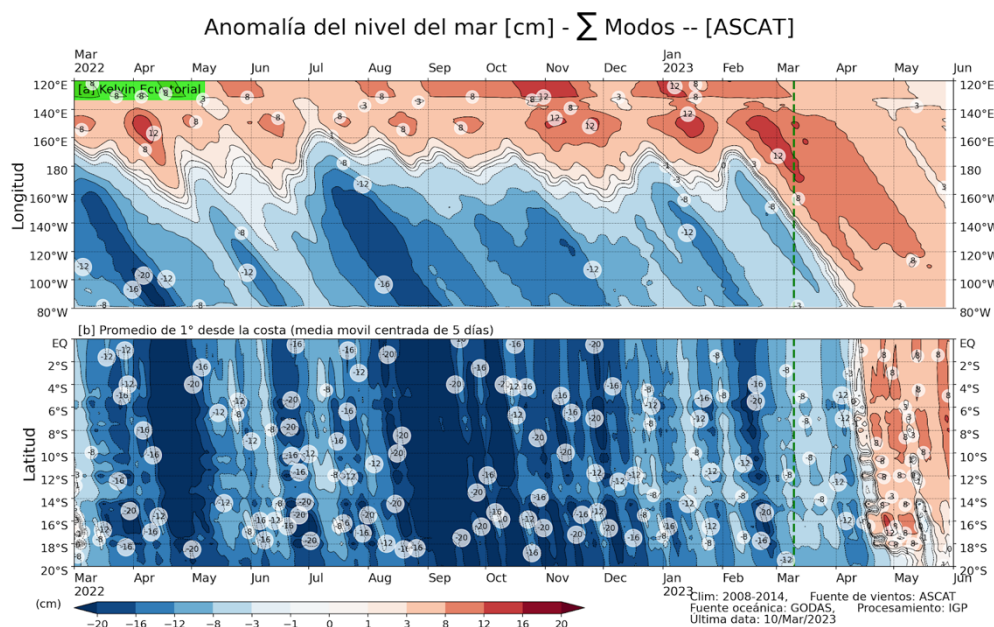


Figura 12 Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con el producto de vientos denominado *ASCAT*. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico. Elaborado por el IGP.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

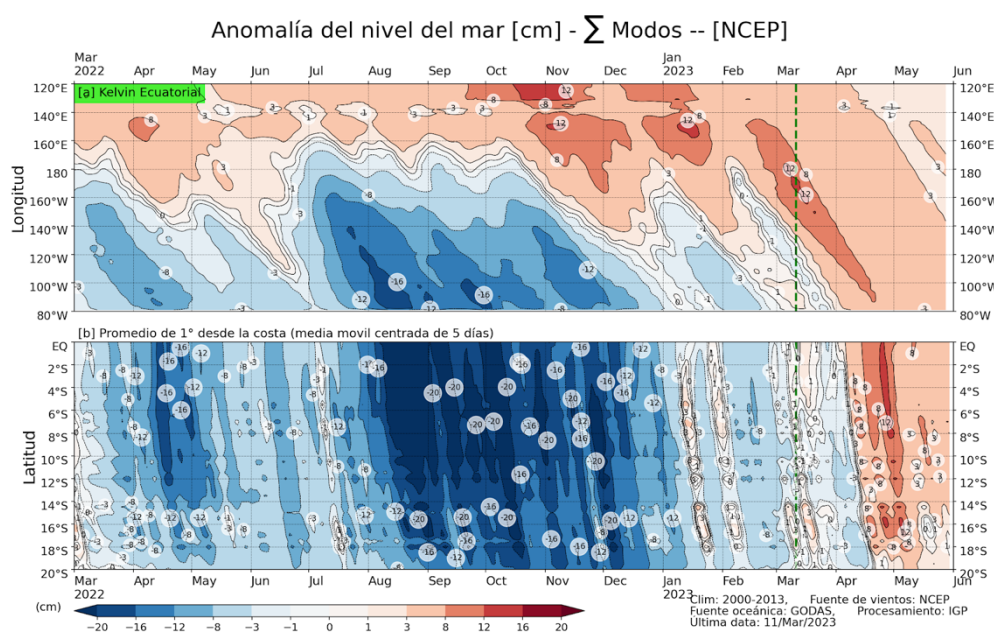


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico. Elaborado por el IGP.

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

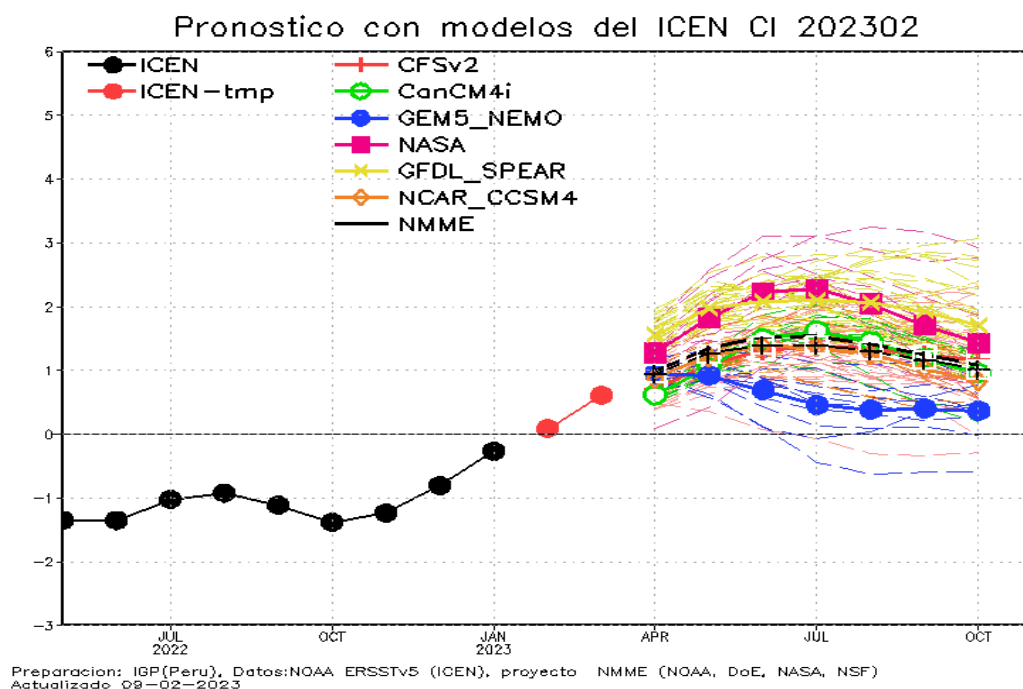


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial de marzo de 2023. Fuente: IGP, NOAA, NMME



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Condiciones Iniciales de Marzo 2023

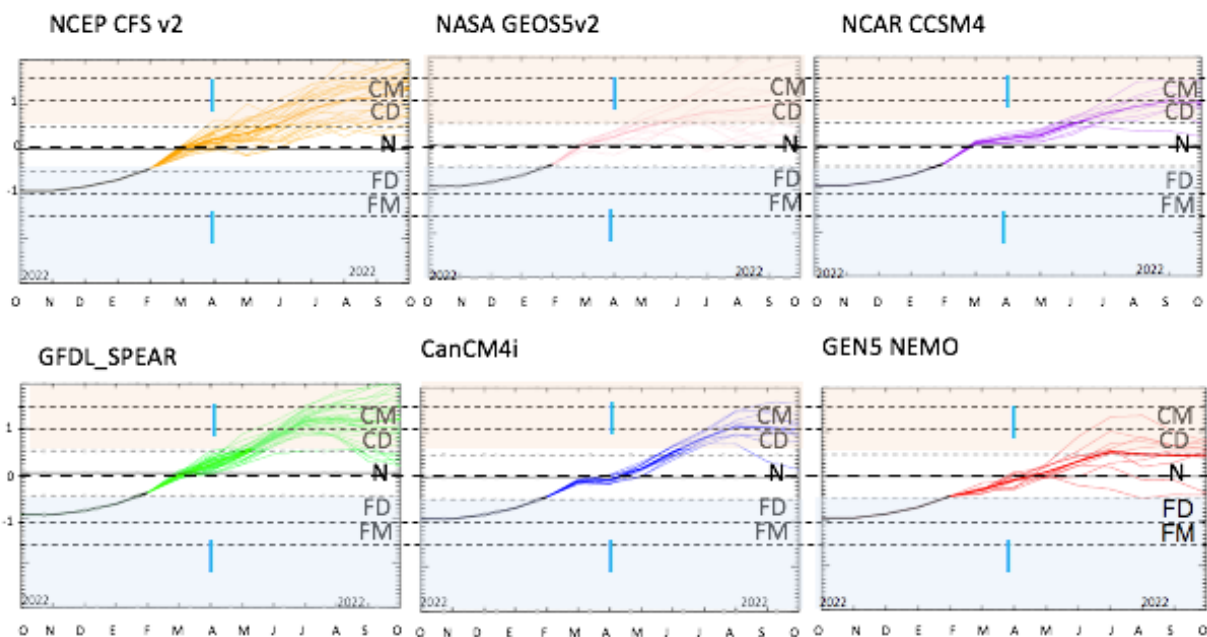


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.

