



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"

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/2023-04

12/05/2023

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 de Índice Costero El Niño (ICEN), en marzo se presentó la condición climática cálida moderada (1.51°C). Los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de abril (2.21°C) y mayo (2.48°C) indican condiciones cálidas fuertes. Por otro lado, en el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de marzo (-0.16°C) tiene una condición neutra. Los valores temporales (ONI-tmp) de abril (0.15°C) y mayo (0.52°C) indican condiciones neutras y cálidas débiles, respectivamente. Conforme a las observaciones, *in situ* y satelital, se continúa observando la presencia de ondas de Kelvin cálidas: un paquete de ondas en la zona oriental y otro localizado alrededor de 140°W .

El promedio de los pronósticos de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de mayo de 2023— indica para el Pacífico oriental condiciones cálidas fuertes de mayo a octubre, y condiciones cálidas moderadas de noviembre de 2023 a marzo de 2024. Por otro lado, para el Pacífico central, se esperarían condiciones cálidas desde débiles a moderadas entre mayo a agosto, y condiciones cálidas fuertes entre setiembre y marzo de 2024.

En lo que respecta al Pacífico ecuatorial central, con la información (*in situ* y satelital) que se tiene a la fecha, aún no se ven condiciones claras para el desarrollo de un evento El Niño en dicha región.





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"

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 marzo de 2023, el cual indica la condición cálida moderada (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	Diciembre	-0.81	Neutro
2023	Enero	-0.27	Neutro
2023	Febrero	0.42	Cálida débil
2023	Marzo	1.51	Cálida Moderada

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 valores del ICENTmp de abril y mayo de 2023, coinciden en indicar condiciones cálidas fuertes (Tabla 2).

Tabla 2. ICEN temporales (ICENTmp) y sus categorías para abril y mayo 2023.

Año	Mes	ICENTmp	Categoría
2023	Abril	2.21	Cálida Fuerte
2023	Mayo	2.48	Cálida Fuerte





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 marzo de 2023, actualizado por la NOAA, es -0.16°C , el que corresponde a una condición neutral¹.

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
2022	Diciembre	-0.83	Fría Débil
2023	Enero	-0.71	Fría Débil
2023	Febrero	-0.45	Neutro
2023	Marzo	-0.16	Neutro

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de abril y mayo de 2023, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, indican condiciones neutras y cálida débil, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2023	Abril	0.15	Neutra
2023	Mayo	0.52	Cálida débil

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En abril, el valor del promedio de la anomalía de la TSM que se registró en la región Niño 3.4 estuvo en el rango neutral, pero con una tendencia positiva. Por otro lado, en la región Niño 1+2, el valor promedio de la anomalía de la TSM estuvo dentro de la condición cálida fuerte, tal como se puede apreciar en la Figura 1. Conforme a la información de los datos obtenidos de las boyas de TAO, los vientos alisios a lo largo de la franja ecuatorial estuvieron anómalamente por encima (debajo) de su normal al este (oeste) de 160°W (Figura 2a). Con respecto a la anomalía de la TSM, esta mostró una tendencia hacia valores positivos al oeste de 140°W , zona en donde se mantenía con valores negativos (Figura 2b). Finalmente, con relación a la profundidad de la termoclina, esta tiene valores positivos al oeste de 145°W (Figura 2c). Según la información diaria de los datos de vientos observados (ASCAT), en la primera semana del mes se desarrolló un pulso de viento del oeste (120°E - 150°E) y uno del este (165°E - 165°W) de baja intensidad; asimismo, se observaron pulsos de viento del este débiles, entre 160°E - 165°W en la última semana del mes (Figura 3).

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).





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"

De acuerdo a la información diaria de los datos de TAO, la inclinación de la termoclina se muestra alrededor de su inclinación promedio (Figura 5a) y el contenido de calor se mantiene positivo (Figura 5b), pero con una ligera tendencia a disminuir. 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, pero a finales de mes se observa una tendencia negativa (Figura 6).

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

En base a la información de altimetría satelital y la de los resultados de los modelos numéricos de ondas, aún se observan ondas de Kelvin cálidas. En la actualidad, hay un paquete de ondas en la zona oriental y otro localizado alrededor de 140 °W. Por otro lado, no se aprecian claramente ondas de Rossby cálidas en la zona occidental que puedan reflejarse como ondas de Kelvin cálidas (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 alrededor y superiores a su climatología desde los 8°S y 20 °S. Al norte de 8 °S, los vientos fueron, principalmente, del noroeste. Los valores de la TSM, según OSTIA, fueron, en promedio, superiores a 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 70 metros de profundidad en promedio. Según la data de los flotadores ARGO, hay presencia de aguas ecuatoriales superficiales frente al departamento de Lima.

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, en la actualidad se observan las mayores anomalías entre los 4°-12°S (Figura 9b). Según la información del flotador ARGO (No. 6903003) —localizado dentro las 200 millas náuticas de la costa y entre 3.6° y 4.2°S—, desde febrero se registran anomalías positivas dentro de los 55 m de profundidad, alcanzando mayor profundidad, hasta los 400m, en abril (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 espera aún la presencia de ondas de Kelvin cálidas frente a la costa peruana, por lo pronto, hasta julio, siendo la más intensa la que llegaría entre junio y julio. Al no haber señales importantes de ondas de Rossby en la región occidental del Pacífico, no se esperarían ondas de Kelvin por reflexión, de magnitud considerable, en los siguientes meses (Figura 4, 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-IC3, GEM5-NEMO, NASA-GEOS2S, GFDL_SPEAR² y COLA-RSMAS-CCSM4), con condiciones iniciales de mayo de 2023, indican, en promedio, condiciones cálidas fuertes hasta octubre y cálidas moderadas entre noviembre de 2023 y marzo de 2024 (ver Tabla 5 y Figura 14). Esto significa, en el ámbito de los modelos numéricos, que El Niño costero de 2023, iniciado en febrero, se extendería, por lo pronto, hasta el verano del 2024, alcanzando su máxima intensidad en el trimestre abril-mayo-junio para luego disminuir lentamente hasta el primer trimestre de 2024, pero manteniendo aún anomalías positivas.

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

Modelo	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2	2.48	2.35	2.23	2.09	1.84	1.68	1.67	1.77	1.84	-----	-----
CanCM4i	2.41	2.27	2.36	2.34	2.09	1.82	1.64	1.60	1.54	1.42	1.29
GEM5_NEMO	2.16	1.86	1.75	1.69	1.49	1.24	1.00	0.84	0.69	0.60	0.63
NASA-GEOS2S	2.70	2.63	2.52	2.20	1.73	1.26	0.87	0.50	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	2.71	2.82	2.98	3.04	2.90	2.73	2.56	2.35	1.97	1.63	1.52
COLA-RMAS-CCSM4	2.39	2.17	2.07	1.88	1.69	1.56	1.55	1.50	1.37	1.21	1.07
Promedio											
NMME	2.48	2.35	2.32	2.21	1.96	1.72	1.55	1.43	1.48	1.22	1.13

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los pronósticos de los mismos modelos del párrafo anterior, se esperarían condiciones cálidas débiles para los meses de mayo y junio 2023, seguida de la condición cálida moderada para los meses de julio y agosto, finalmente para los meses de setiembre a marzo de 2024 se esperaría condiciones cálidas fuertes. Esto indica, en el ámbito de los modelos numéricos, el inicio de un evento El Niño en el Pacífico central, desde mayo hasta, por lo pronto, fines de del verano del 2024 y con una magnitud fuerte (ver Tabla 6 y Figura 15).

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

Modelo	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2	0.51	0.96	1.40	1.70	1.96	2.19	2.31	2.18	1.89	-----	-----
CanCM4i	0.54	0.92	1.33	1.63	1.81	1.92	2.07	2.12	2.03	1.80	1.53
GEM5_NEMO	0.52	0.84	1.01	1.09	1.16	1.23	1.28	1.30	1.32	1.30	1.20
NASA-GEOS2S	0.42	0.72	0.92	0.92	0.80	0.71	0.68	0.64	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	0.63	1.07	1.43	1.70	1.90	2.10	2.35	2.53	2.53	2.32	1.99
COLA-RMAS-CCSM4	0.42	0.73	1.09	1.42	1.67	1.81	1.89	1.93	1.86	1.70	1.48
Promedio											
NMME	0.51	0.87	1.20	1.41	1.55	1.66	1.76	1.78	1.93	1.78	1.55

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.



Conclusiones

Frente a costa norte y centro del Perú (región Niño 1+2), las anomalías diarias de la TSM se mantuvieron con valores positivos muy altos, por encima de 3 °C. Como consecuencia de esto, el valor del ICEN para marzo se incremento a 1.51, y alcanzó la condición cálida moderada. Por otro lado, el valor del ICEN temporal de abril (2.21) y mayo (2.48), coinciden en condiciones cálidas fuertes.

En relación al Pacífico central el ONI de abril es Neutro (−0.16), los valores temporales del ONI para abril y mayo, serian condición neutra y cálida débil, respectivamente

Según la información observada, *in situ* y satelital, así como los resultados de los modelos de ondas, durante abril y a la fecha, se ha observado la presencia de un máximo de nivel del mar a lo largo de la costa peruana en lo que va del evento El Niño costero de 2023. Esta anomalía estaría relacionada al núcleo de un paquete de ondas de Kelvin cálidas que habrían arribado a la costa peruana. Por otro lado, se espera aún la presencia de ondas de Kelvin cálidas frente a la costa peruana, por lo pronto, hasta julio, siendo la más intensa la que llegaría entre junio y julio.

En el ámbito de los modelos numéricos de las agencias internacionales, frente a la costa peruana (región Niño 1+2) se espera que El Niño costero de 2023 se mantenga, por lo pronto, hasta el verano de 2024. La máxima magnitud de este evento se estaría alcanzando en el trimestre abril-mayo-junio y luego disminuiría lentamente hasta, por lo pronto, el primer trimestre del 2024. De la misma manera, para el Pacífico central, los mismos modelos indican que se iniciaría un evento El Niño en dicha región (Niño 3.4) el que alcanzaría su máxima magnitud a finales de 2023. Hay que tener en cuenta que aún nos encontramos en el periodo de la barrera de predictibilidad por lo cual los modelos tienen menos habilidad (Reupo y Takahashi, 2014) para pronosticar las condiciones oceánicas y atmosféricas más allá de este periodo. Adicionalmente, en lo que respecta al Pacífico ecuatorial central, con la información (*in situ* y satelital) que se tiene a la fecha, aún no se ven condiciones claras para el desarrollo de un evento El Niño en dicha región.





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](https://doi.org/10.1038/ncomms11718)
- **Morera, S. B.**, Condom, T., Crave, A., Steer, P., and Guyot, J. L., 2017: The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). *Scientific Reports*, v. 7, No. 1, p. 11947 DOI:10.1038/s41598-017-12220-x.
- **Mosquera, K.**, 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para obtener el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- **Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos**, 2010: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. *Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.
- **Mosquera, K.**, 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 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





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"

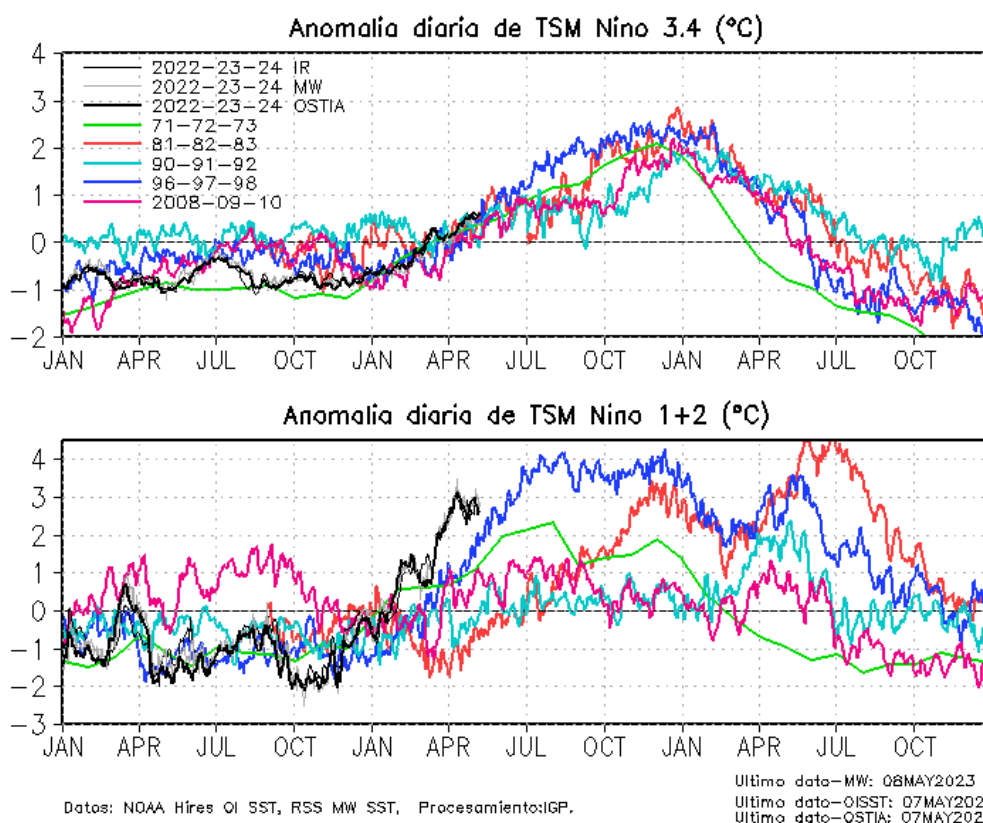


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del 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 2016-2018. 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"

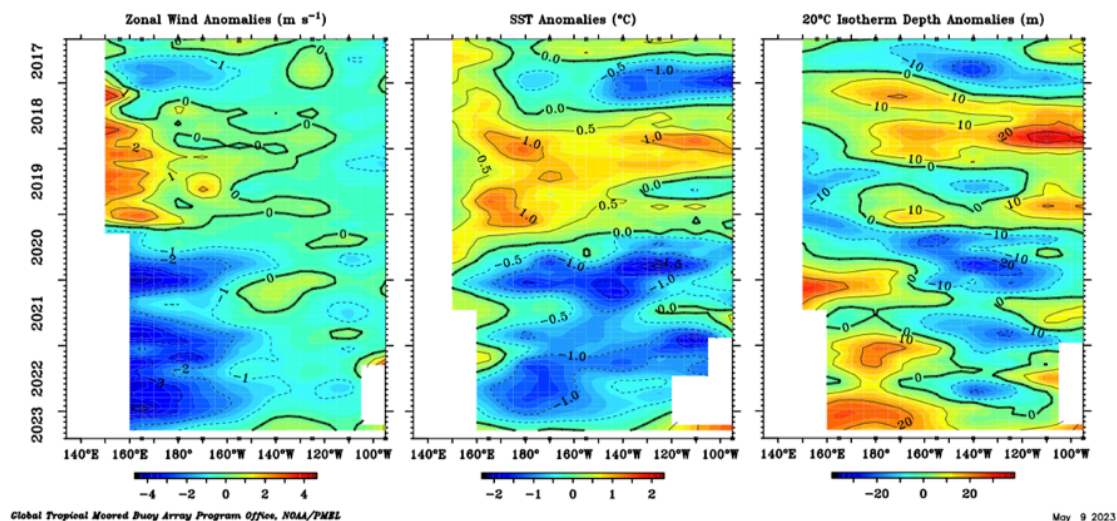


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (panel izquierdo), de la temperatura superficial del mar (panel central) y de la profundidad de la isoterma de 20 °C (panel derecho) y a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen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





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"

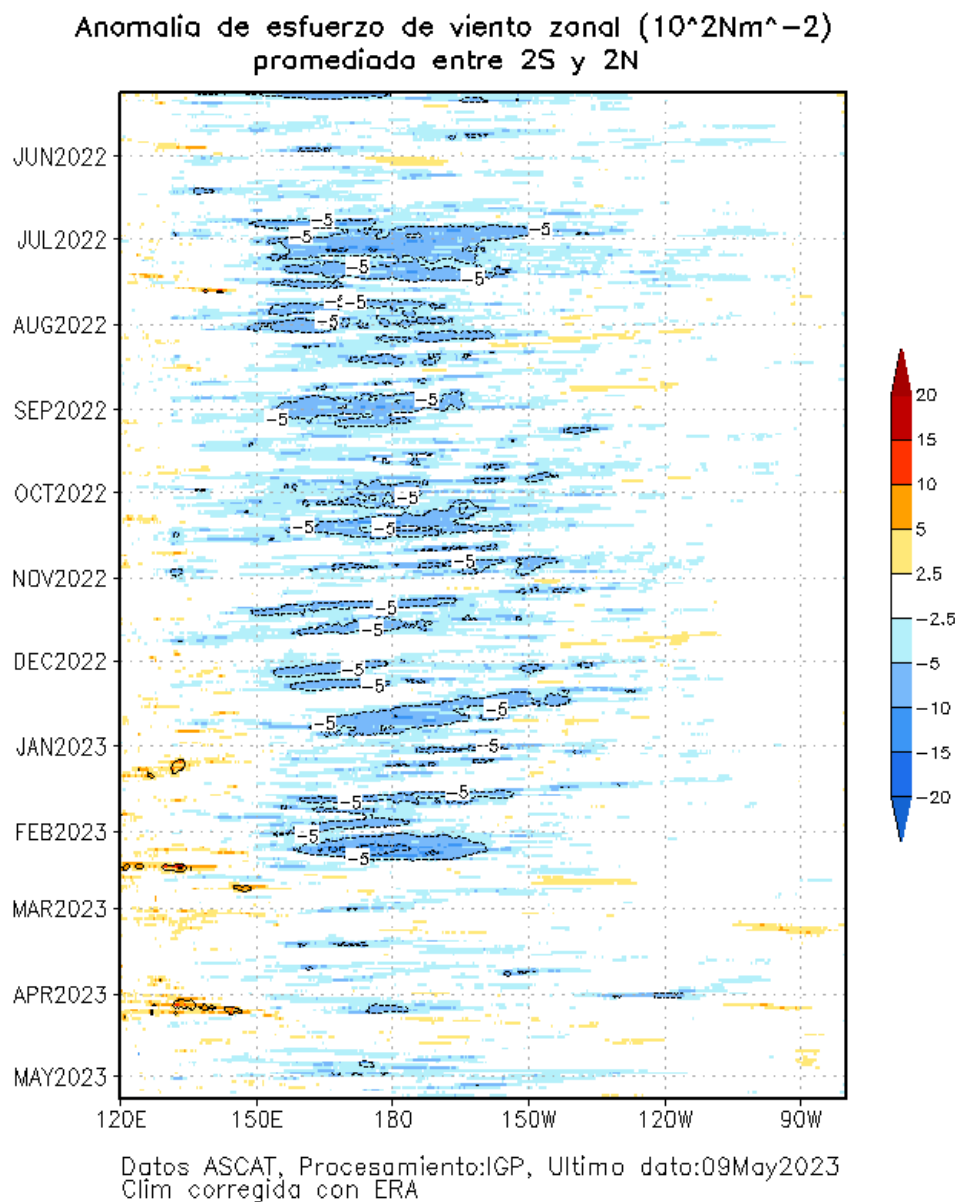


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial que se obtiene de los datos del producto ASCAT hasta el 09 de mayo de 2023. Elaborado por el IGP.



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

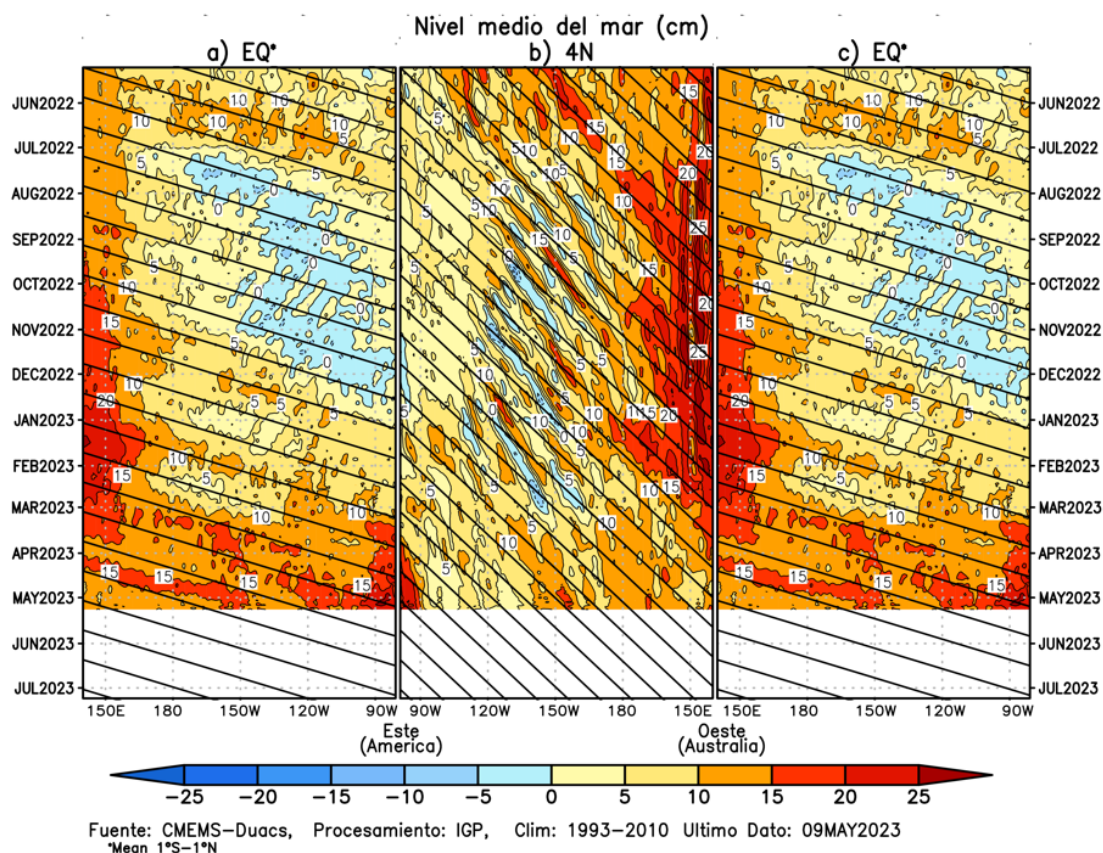


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°N, pero con el eje zonal de este a oeste.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



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"

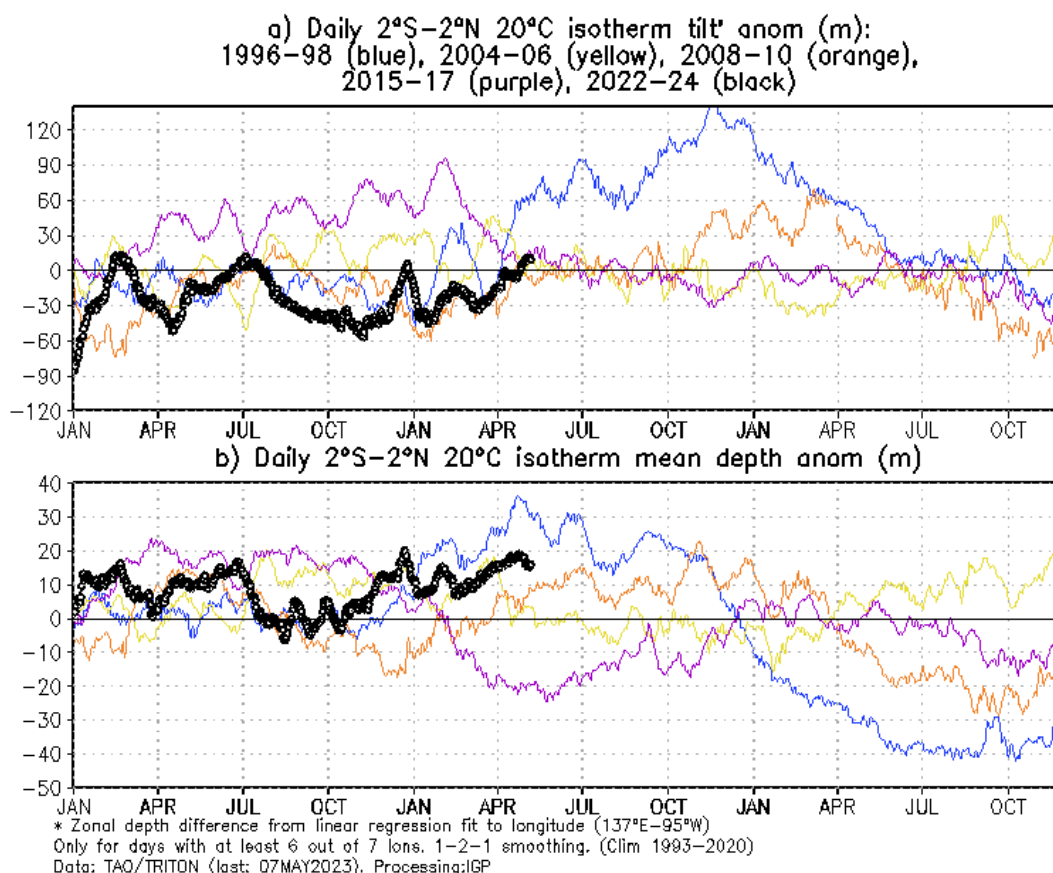


Figura 5. a) Inclínación de la termoclina y **b)** contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (2°N y 2°S). La data usada para este cálculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.





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"

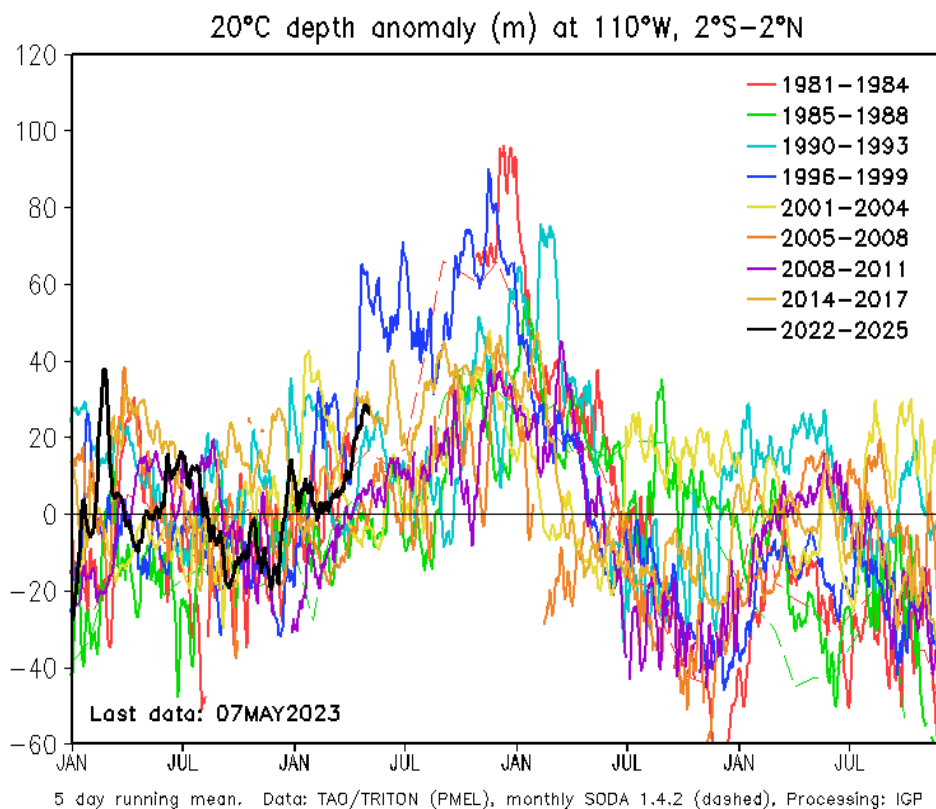


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 110°W y promediada entre 2°S y 2°N. La data usada para este calculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.





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"

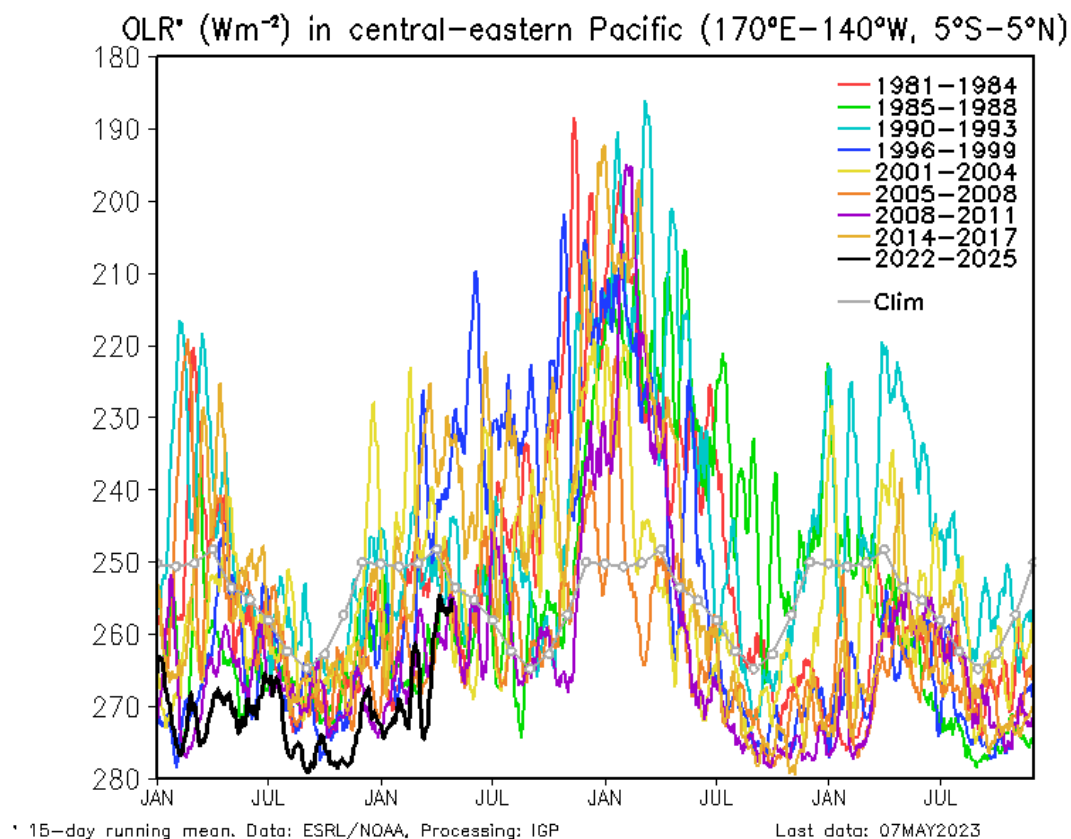


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.





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)

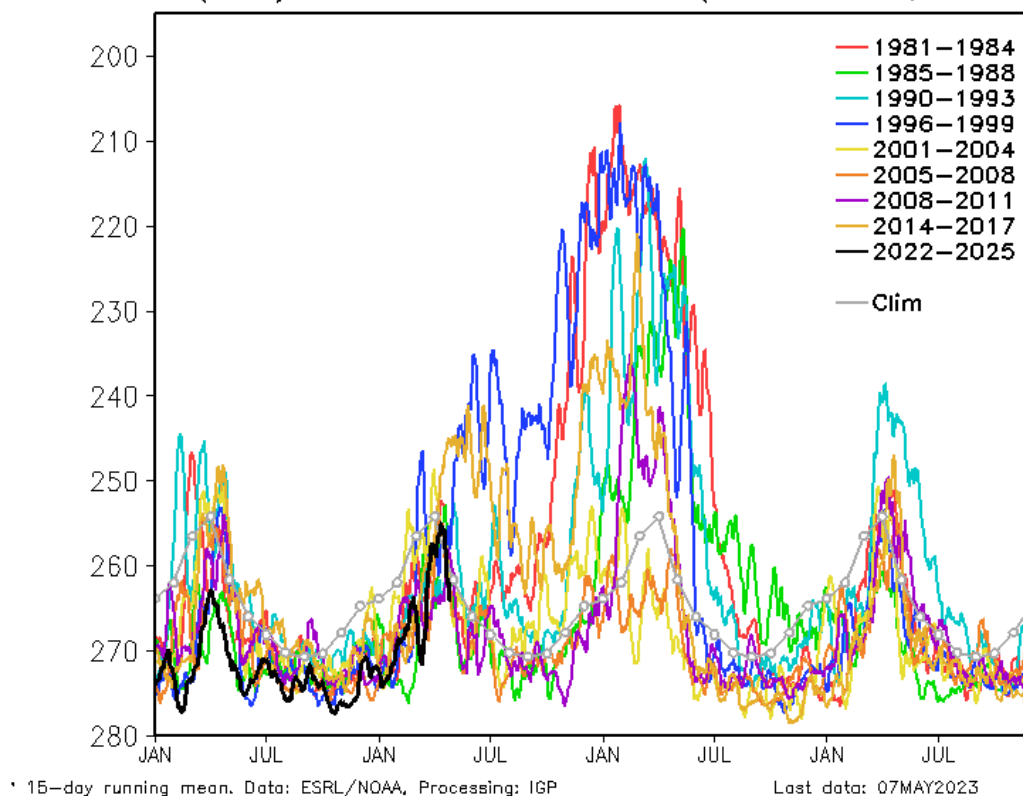


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.



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

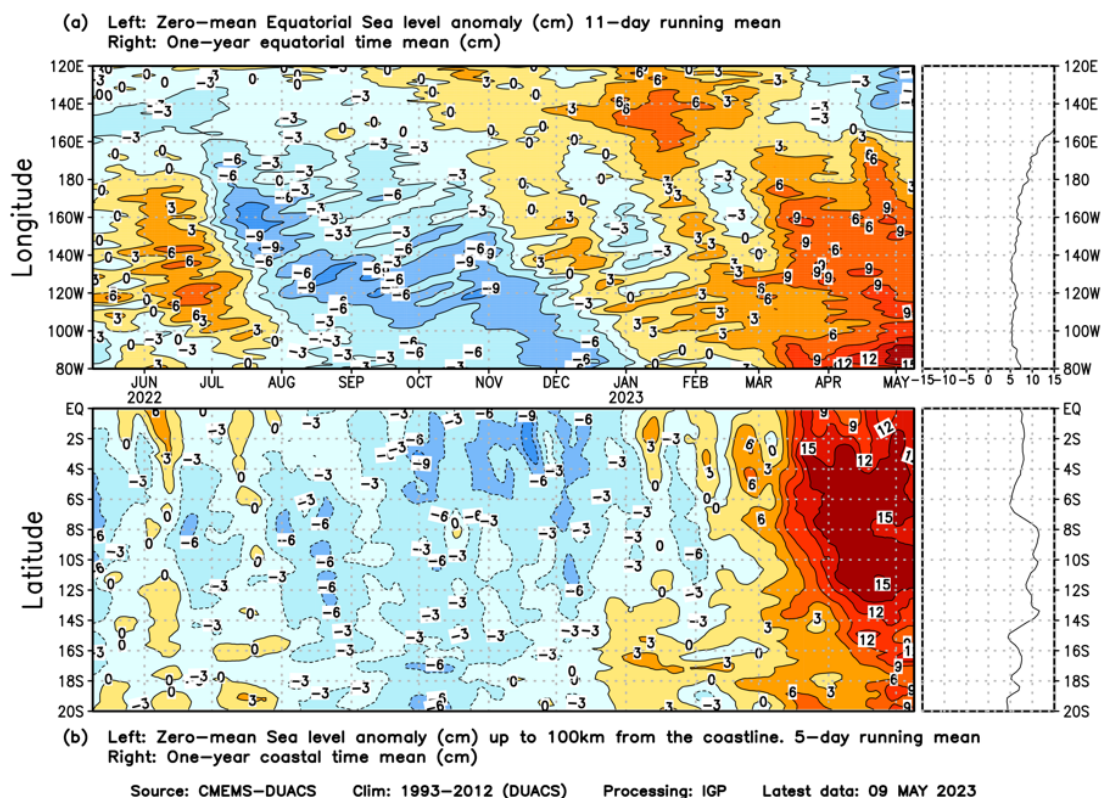


Figura 9. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

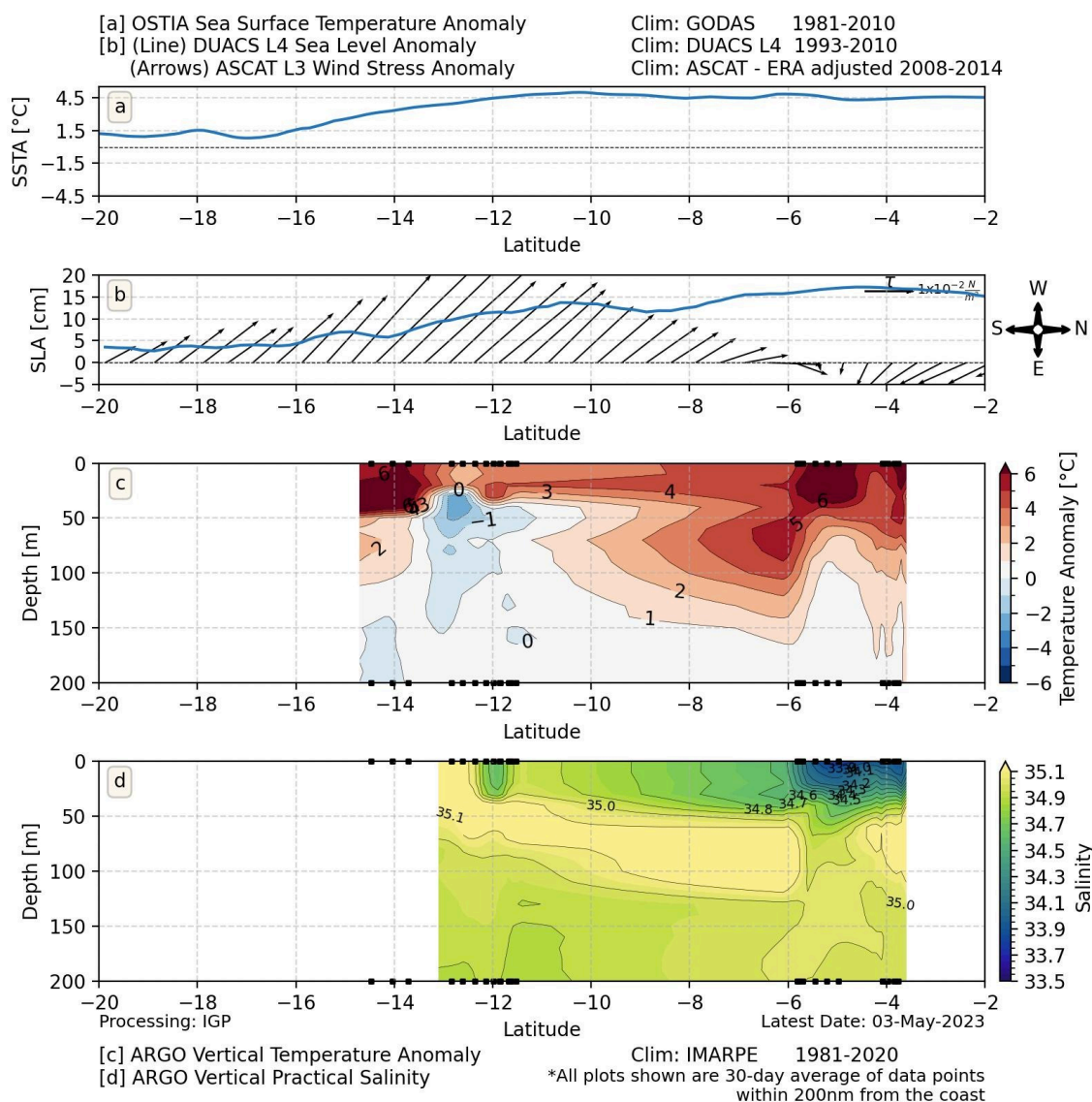


Figura 10. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente, 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"

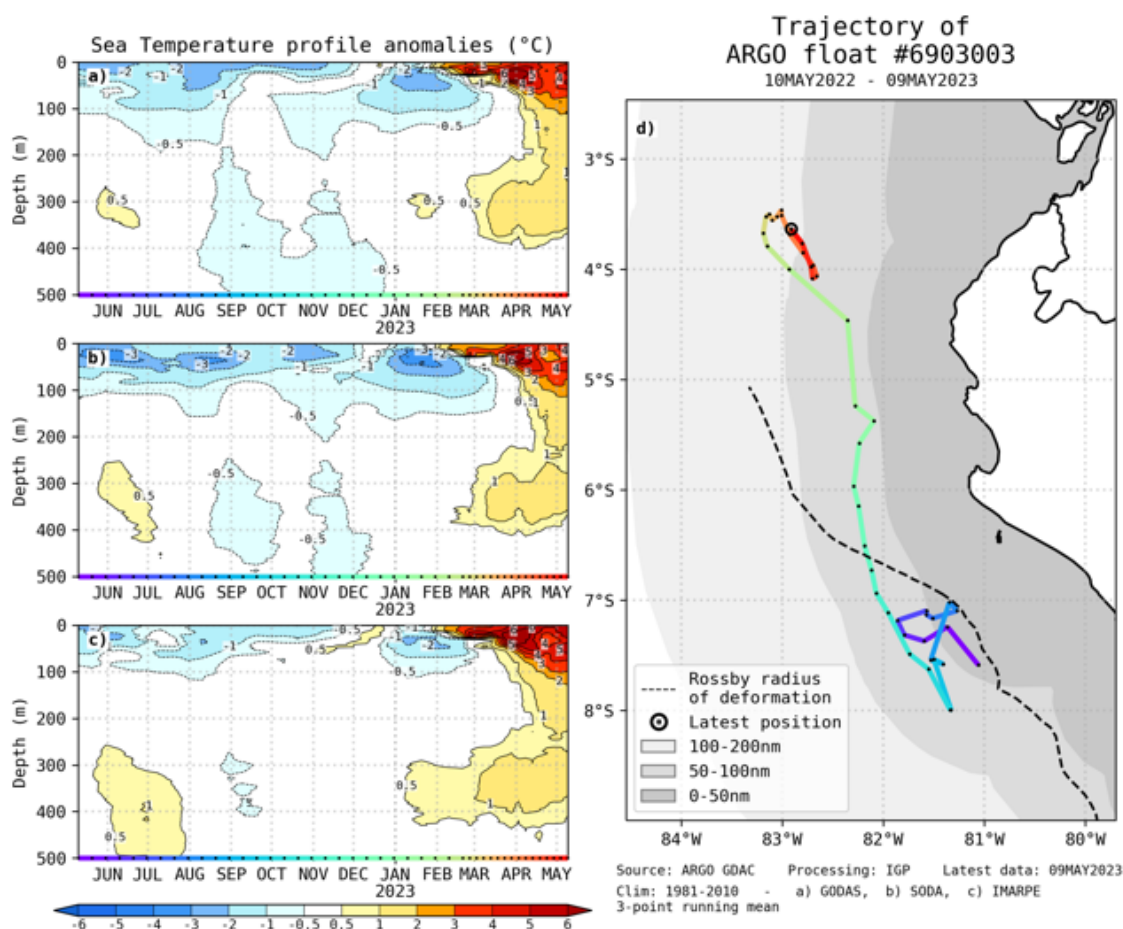


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria 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



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

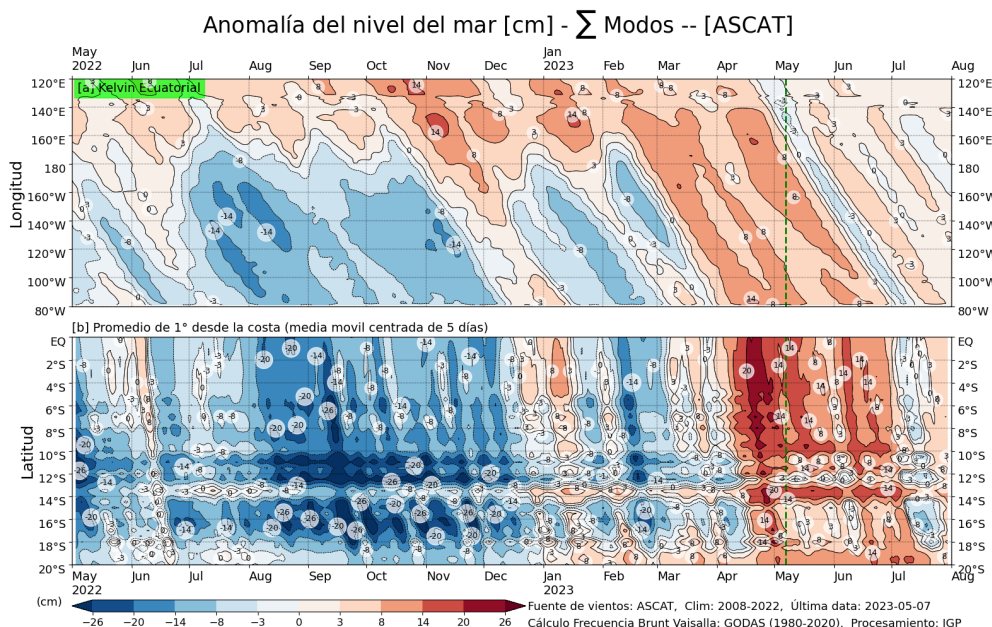


Figura 12 Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con el producto de vientos denominado *ASCAT*. 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"

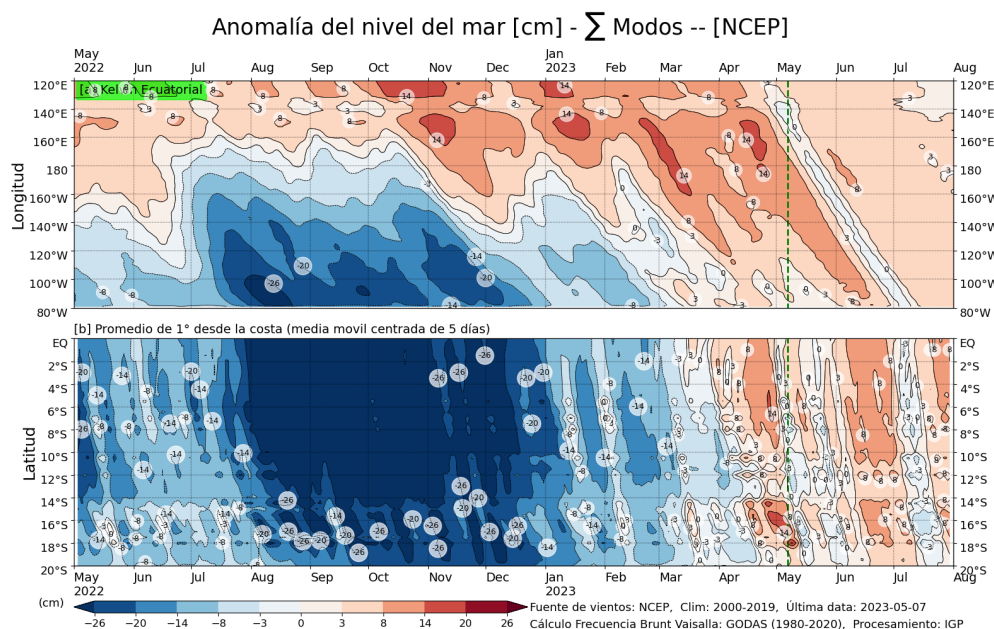


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP. 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"

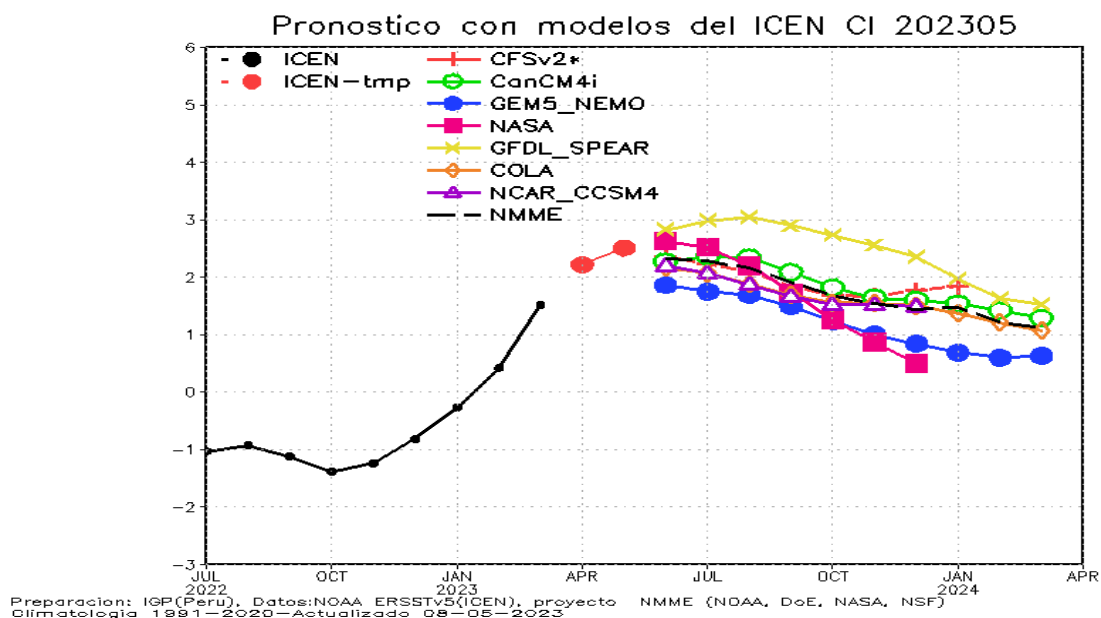


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos.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

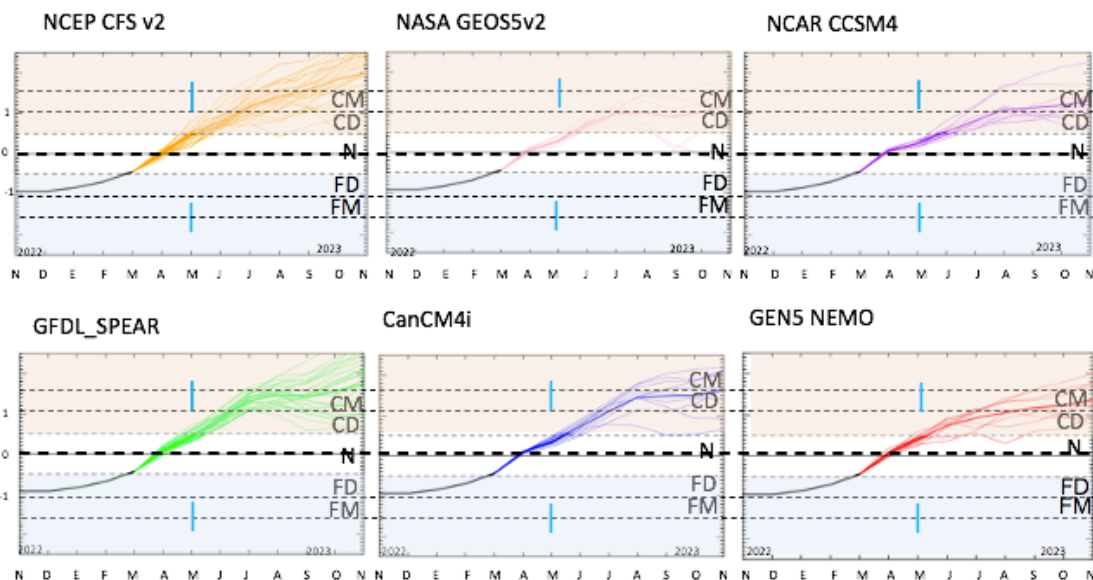


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.

