



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



BICENTENARIO
PERÚ 2021

“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/2021-01

12/02/2021

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 (ICEN) para diciembre (-0.88°C) presenta una condición climática neutra, la misma condición se observan con los valores temporales del ICEN (ICEN_{tmp}) para los meses de enero y febrero de 2021. Por otra parte, para el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) para el mes de diciembre (-1.19°C) presenta la condición fría moderada, mientras que los valores temporales del ONI para enero y febrero de 2021 muestran condiciones frías débiles.

Durante el mes de enero se desarrollaron pulsos de viento del oeste en la zona oriental del Pacífico, los cuales habrían reforzado a otra onda de Kelvin cálida, que se habría formada por la reflexión de una onda de Rossby. La onda de Kelvin cálida habría impactado la costa norte del Perú entre fines de enero e inicios de febrero. Por otro lado, se observa la presencia de un paquete de ondas de Kelvin frías, las cuales se formaron por pulsos de viento del este durante la quincena de mes de enero. Este paquete, según la información *in situ* y de modelos, se encontraría aproximadamente en 110°W .

Las predicciones numéricas de los siete modelos climáticos de NMME, inicializados con la información oceánica y atmosférica del mes de febrero de 2021, continúan indicando, en



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

promedio y hasta agosto de 2021, valores por debajo de su normal, pero sin llegar al rango de las condiciones frías débiles frente a la costa peruana. En el Pacífico central, según los valores observados, se mantiene el desarrollo del evento La Niña y, conforme a los valores pronosticados por los modelos de NMME, continuaría durante el mes de agosto. Cabe señalar que los pronósticos de estos modelos más allá de abril o mayo, son menos precisos debido a la barrera de predictibilidad.

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 extendida de la temperatura superficial del mar (TSM), que se denomina ERSSTv5, se calculó el ICEN para el mes de diciembre 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	Setiembre	-1.00	Neutra
2020	Octubre	-0.95	Neutra
2020	Noviembre	-0.83	Neutra
2020	Diciembre	-0.88	Neutra

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

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

Tabla 2. ICEN temporales (ICENtmp) y sus categorías para enero y febrero de 2021.

Año	Mes	ICENtmp	Categoría
2021	Enero	-0.85	Neutro
2021	Febrero	-0.87	Neutro

Según los valores del ICENtmp, para el mes de enero y febrero de 2021, se esperarían condiciones neutras. Estos resultados serían confirmados en los siguientes meses.

Índice Oceánico Niño (ONI)

Por otro lado, para el Pacífico central (Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>) del mes de diciembre de 2020, actualizado por la NOAA, es de -1.19°C , lo cual corresponde a una condición fría moderada¹.

Tabla 3. Valores recientes del ONI. Descarga:

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt> (se trabaja solo con los últimos datos en tiempo real, por lo que puede haber discrepancias para los meses anteriores)

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI (°C)	Categoría
2020	Setiembre	-0.95	Fría débil
2020	Octubre	-1.21	Fría Moderada
2020	Noviembre	-1.32	Fría Moderada
2020	Diciembre	-1.19	Fría Moderada

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”

Los valores estimados del ONI (ONImp) de enero y febrero de 2021, combinando observaciones y pronósticos de NMME, indican condiciones frías débiles (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONImp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONImp (°C)	Categoría
2021	Enero	-0.98	Fría Débil
2021	Febrero	-0.86	Fría Débil

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Durante el mes de enero de 2021, en la región Niño 3.4 las anomalías diarias de la TSM fueron negativas y oscilaron entre -1.0°C y -0.8°C (Figura 1a). En lo que respecta a la región Niño 1+2, las anomalías oscilaron entre -1.3°C y 0.2°C (Figura 1b). Conforme a los datos de las boyas de TAO a lo largo del Pacífico ecuatorial, se siguen observando anomalías positivas (negativas) del viento al este (oeste) de 150°W (Figura 2a). Con respecto a la anomalía de la TSM, aún se mantienen los valores negativos en la mayor parte de la región, aunque se observan una disminución de las anomalías negativas en la zona oriental (Figura 2b). Finalmente, en cuanto a la profundidad de la isoterma de 20°C , esta mantiene anomalías negativas (positivas) al este (oeste) de 170°W (Figura 2c).

De acuerdo a la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto ASCAT, se observaron, principalmente, pulsos de viento del este, siendo los más intensos en los primeros quince días del mes, entre 145°E - 165°W y en los últimos días del mes e inicios de febrero, entre 170°E - 170°W , respectivamente (ver Figura 3). Según la información de los datos de TAO, la inclinación de la termoclina se mantiene más inclinada de lo normal (Figura 5a), mientras que el contenido de calor se ubica cerca de sus valores normales (Figura 5b). En lo relacionado a la profundidad de la isoterma de 20°C , en la boya ubicada en la región oriental (95°W), se observaron anomalías positivas de 5 m, en promedio (Figura 6).

La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) en el mes de diciembre en la región occidental (170°E - 140°W , 5°S - 5°N), así como en la región oriental (170°W - 100°W , 5°S - 5°N), continúa indicando valores superiores a su climatología, lo cual está relacionado a una deficiencia de precipitación, sin embargo, en la última región mencionada se muestra una tendencia a alcanzar su climatología. Esta información se puede apreciar en las Figura 7 y 8, respectivamente.

Según la información de los flotadores ARGO, de la altimetría satelital (Figura 4) y modelos numéricos (Figura 9 y 10) la onda de Kelvin cálida, formada como consecuencia de la reflexión de una onda de Rossby cálida en la zona occidental del Pacífico, reforzada por los pulsos de

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

viento del oeste que se presentaron en el mes de enero en la región oriental del Pacífico, ya habría llegado a las costas peruanas a finales de enero e inicios de febrero. El paquete de ondas de Kelvin, desarrollada por los pulsos de viento entre la quincena de noviembre e inicios de diciembre (Figura 3), no habría tenido un gran impacto en la costa peruana, posiblemente fueron aminorados por el arribo de la onda de Kelvin cálida (Figura 4). Se observa la presencia de otro paquete de ondas de Kelvin frías, las cuales se formaron con pulsos de viento del este durante la quincena de mes de enero. Este paquete, según la información *in situ* y de modelos (ver Figura 9 y 10), se encontraría aproximadamente en 110°W.

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Sin el promedio del último año, la información de DUACS a lo largo de la costa peruana y para el mes de enero muestra anomalías negativas y positivas del nivel del mar producto del paso de la onda Kelvin fría principalmente y, a fines de enero e inicios de febrero, el aparente paso de la onda de Kelvin cálida (Figura 11b).

Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante enero entre 82° y 81.5°W y 5. 8° y 4.5°S, y alrededor de las 50 mn frente a la costa norte del Perú, se observaron anomalías negativas principalmente dentro de los 180 m de profundidad, concentrándose los mayores valores negativos entre los 100 y 50 m de profundidad (ver Figura 12). Utilizando la climatología de IMARPE se logra observar una anomalía positiva entre los 280 y 400 metros de profundidad a fines de enero e inicios de febrero (Figura 12c). Esta anomalía positiva podría ser producto del paso de la onda de Kelvin cálida que se describió en el párrafo anterior (ver panel inferior de la Figura 11).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Se espera que la onda Kelvin cálida continúe afectando la costa norte del Perú en la próxima semana. Para las siguientes semanas del mes de febrero, se espera el arribo del paquete de ondas de Kelvin frías (ver Figura 13), las cuales mantendrían las anomalías de la TSM negativas, aunque dentro del rango normal, durante el mes de marzo de 2021.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, según los siete modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO,, NASA, GFDL_SPEAR² y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales del mes de febrero de 2021, se desarrollarían anomalías negativas mayores a -1 °C entre los meses de febrero y agosto de 2021, no obstante, estos valores estarían dentro del rango normal y las anomalías serían mayores para los meses de marzo y abril (ver Tabla 5 y Fig. 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”

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los mismos modelos climáticos mencionados en el párrafo anterior, se esperan en promedio condiciones frías débiles entre los meses de febrero y agosto de 2021, los valores del modelo de NASA, continúan siendo los más fríos, indicando condiciones entre frías moderadas y fuertes en el periodo mencionado. Por lo tanto, según estos pronósticos, se espera que el evento La Niña del Pacífico central, iniciado en agosto, se extienda hasta agosto de 2021 (ver Tabla 6 y Fig. 15). Hay que señalar que el pronóstico a partir de abril y mayo son menos precisos debido a la conocida “barrera de predictibilidad”.

Tabla 5. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de febrero de 2021.

Modelo	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFS2		-0.71	-0.70	-0.86	-0.82	-0.68	-0.52	-0.45
CanCM4i		-0.64	-0.39	-0.24	0.06	0.27	0.33	0.21
GEM_NEMO		-0.55	-0.39	-0.35	-0.30	-0.27	-0.43	-0.55
GFDL_SPEARE		-1.00	-1.07	-0.98	-0.74	-0.46	-0.34	-0.32
NASA		-1.18	-1.86	-2.45	-2.67	-2.29	-1.83	-1.40
NCAR_CCSM4		-1.15	-0.98	-0.68	-0.45	-0.54	-0.78	-1.07
NMME		-0.87	-0.90	-0.93	-0.82	-0.66	-0.60	-0.60
ICENtmp	-0.85							

Tabla 6. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de febrero de 2021.

	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFS2		-0.67	-0.48	-0.48	-0.61	-0.80	-0.96	-1.07
CanCM4i		-0.71	-0.45	-0.27	-0.08	0.07	0.10	-0.02
GEM_NEMO		-1.08	-1.05	-0.96	-0.81	-0.73	-0.69	-0.67
GFDL_SPEARE		-0.74	-0.54	-0.42	-0.30	-0.22	-0.19	-0.22
NASA		-1.15	-1.50	-1.97	-2.23	-2.19	-2.03	-1.94

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

NCAR_CCSM4		-0.79	-0.69	-0.70	-0.80	-1.04	-1.39	-1.71
NMME		-0.86	-0.79	-0.80	-0.81	-0.82	-0.86	-0.94
ONItmp	-0.98							

Conclusiones:

1. El ICEN para el mes de diciembre fue -0.88 (condición neutra) y los valores temporales para enero y febrero de 2021 son condiciones neutras -0.85 y -0.87 , respectivamente.
2. En el Pacífico central, el ONI de diciembre (NDE) es -1.19 , el cual corresponde a condiciones frías moderadas. Los ONI-tmp para los meses de enero (-0.98) y febrero de 2021 (-0.86) corresponden a condiciones frías débiles.
3. La información de OLR, relacionada con la actividad convectiva, en las regiones (170°E - 140°W , 5°S - 5°N) y (170°W - 100°W , 5°S - 5°N) continúa mostrando valores superiores a su climatología, es decir, existe una deficiencia de precipitación en dichas regiones.
4. Hasta la fecha, en la región del Pacífico ecuatorial, se siguen observando anomalías positivas (negativas) del viento al este (oeste) de 150°W . La ATSM aún se mantiene con valores negativos en la mayor parte de esta región, aunque se observan una disminución de las anomalías negativas en la zona oriental. La profundidad de la isoterma de 20°C mantiene anomalías negativas (positivas) al este (oeste) de 170°W .
5. Basado en los datos de TAO, la termoclina se mantiene más inclinada de lo normal mientras que el contenido de calor se ubica cerca de sus valores normales.
6. Durante el mes de enero se desarrollaron pulsos de viento del oeste en la zona oriental del Pacífico, los cuales habrían reforzado a otra onda de Kelvin cálida, esta onda se habría formado como consecuencia de la reflexión de otra onda de Rossby cálida. La onda de Kelvin habría impactado la costa norte del Perú durante fines de enero e inicios de febrero.
7. Se observa la presencia de otro paquete de ondas de Kelvin frías, las cuales se formaron con pulsos de viento del este durante la quincena del mes de enero. Este paquete, según la información in situ y de modelos, se encontraría aproximadamente en 110°W y arribaría a las costas sudamericanas en el mes de febrero.
8. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de febrero de 2021, indican en promedio condiciones NEUTRAS entre los meses de febrero y agosto de 2021; sin embargo, sus anomalías continuarían siendo negativas.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



BICENTENARIO
PERÚ 2021

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

9. Para el Pacífico central (región Niño 3.4), los modelos de NMME indica que la condición fría débil se mantendría hasta agosto de 2021.
10. Hay que tener en cuenta que los pronósticos más allá de los meses de abril o mayo están influenciados por la “barrera de predictibilidad”, la cual provoca que sean menos precisos.

“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), 48.
- **ENFEN 2012**: Definición operacional de los eventos “El Niño” y “La Niña” y sus magnitudes en la costa del Perú. *Nota Técnica ENFEN*.
- **ENFEN 2015**: Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. *Nota Técnica ENFEN 02-2015*.
- Huang, B., Thorne, P.W, Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., Zhang, H.-M., 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons, *J. Climate*, doi: [10.1175/JCLI-D-16-0836.1](https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1)
- Kug, J.-S., Jin, F.-F., An, S.-I., 2009: Two types of El Niño events: Cold tongue El Niño and warm pool El Niño. *J. Climate* 22, 6, 1499–1515, doi:10.1175/2008JCLI2624.1.
- Lavado-Casimiro, W., **Espinoza, J. C.**, 2014: Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007), *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29 (2), 171-182.
- Meehl G, Hu A, Teng H, 2016: Initialized decadal prediction for transition to positive phase of the Interdecadal Pacific Oscillation. *Nature Communications*, doi: 10.1038/ncomms11718
- **Moreira, S. B.**, Condom, T., Crave, A., Steer, P., and Guyot, J. L., 2017: The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). *Scientific Reports*, v. 7, No. 1, p. 11947 DOI:10.1038/s41598-017-12220-x.
- **Mosquera, K.**, 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para obtener el grado de 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.

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

- **Mosquera, K.**, 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 4-7
- **Reupo, J., y Takahashi, K.**, 2014: Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 8-9.
- **Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C., Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W.**, 2017: Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. Int. J. Climatol. Doi:10.1002/joc.5185
- **Takahashi, K.**, 2017: Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 8-9.
- **Takahashi, K., Martínez, A. G.**, 2016: The very strong El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. Climate Dynamics, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.
- Thoma M, Greatbatch R, Kadow C, Gerdes R, 2015: Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. Geophys. Res. Lett. doi:10.1002/2015GL064833
- 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

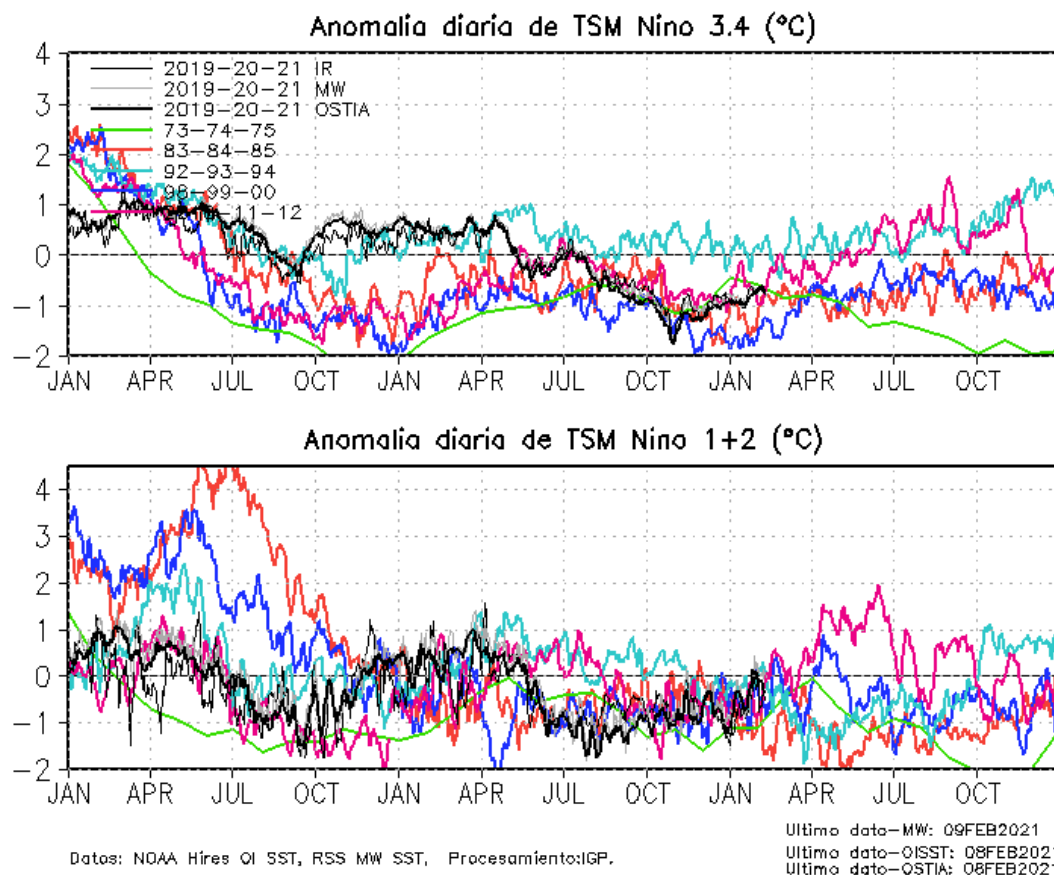


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

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

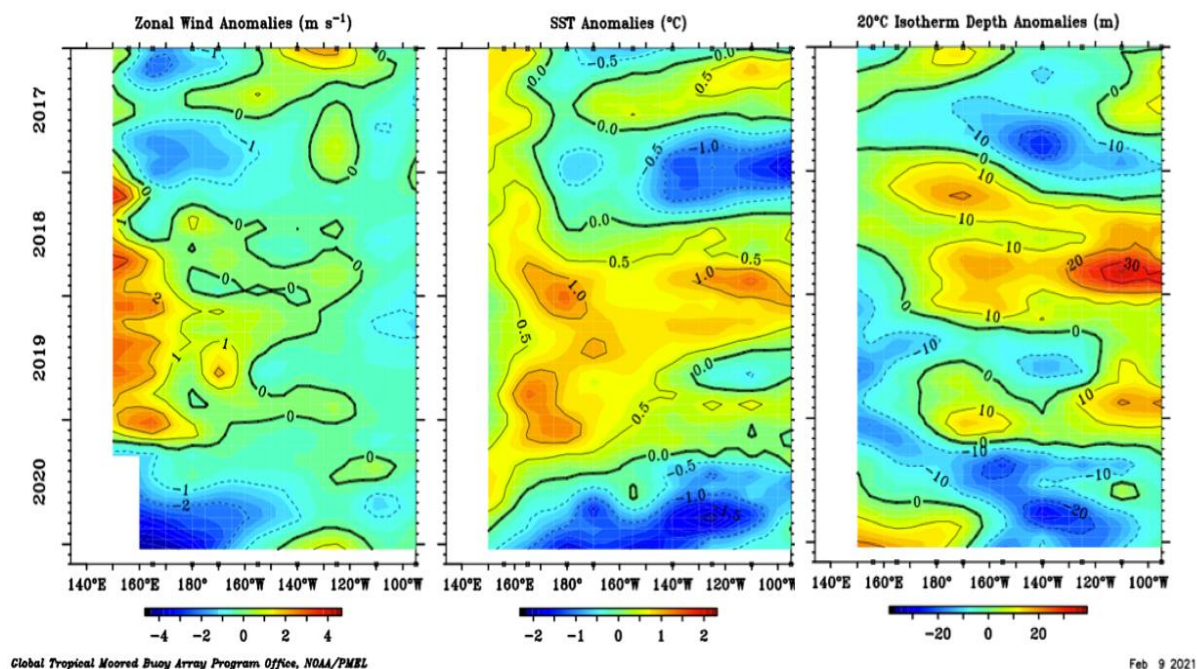


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (a), de la profundidad de la isoterma de 20°C (b) y de la temperatura superficial del mar (c); a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

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

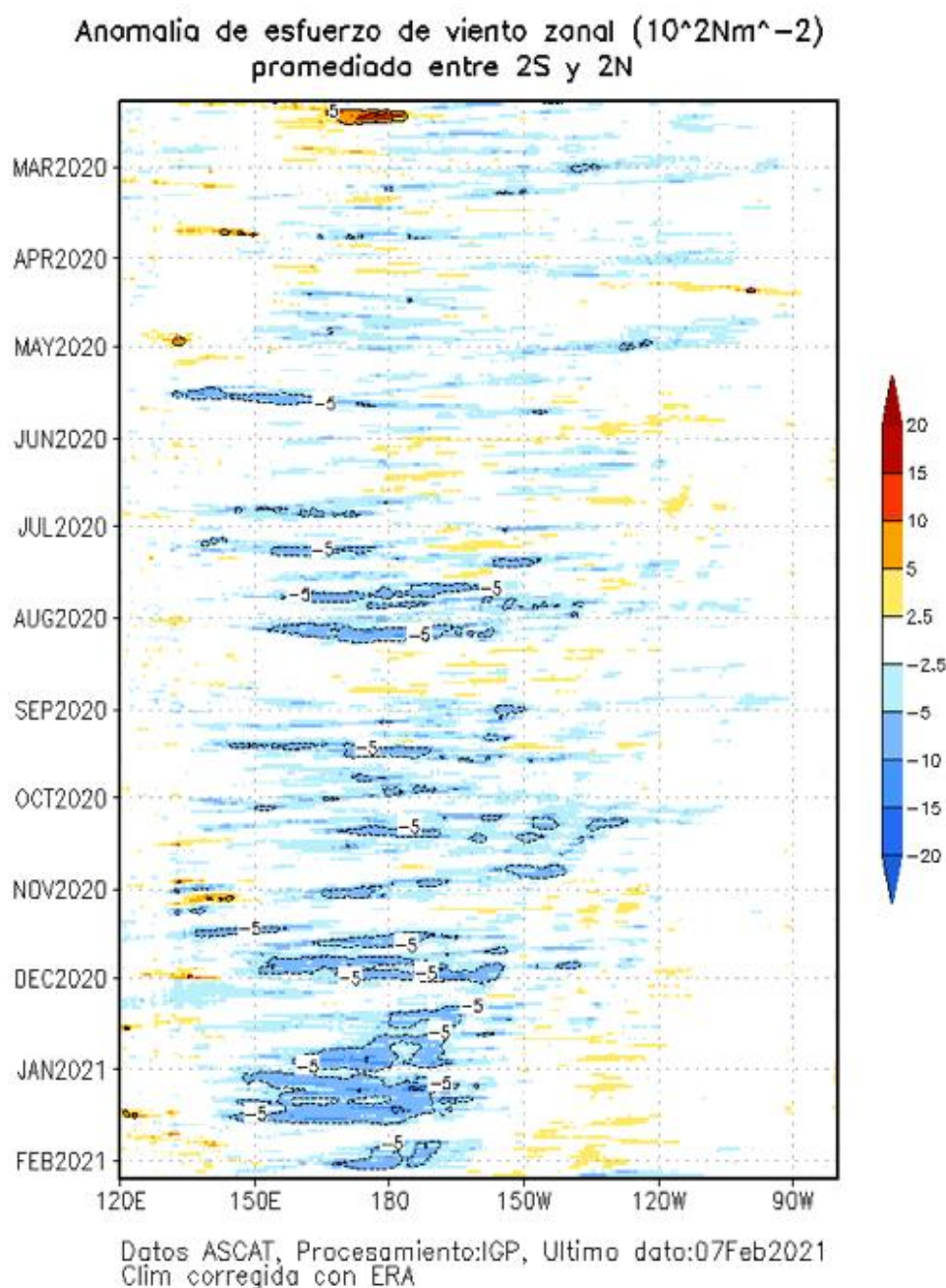


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto ASCAT hasta el 07 de febrero de 2021. Elaboración: IGP.

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

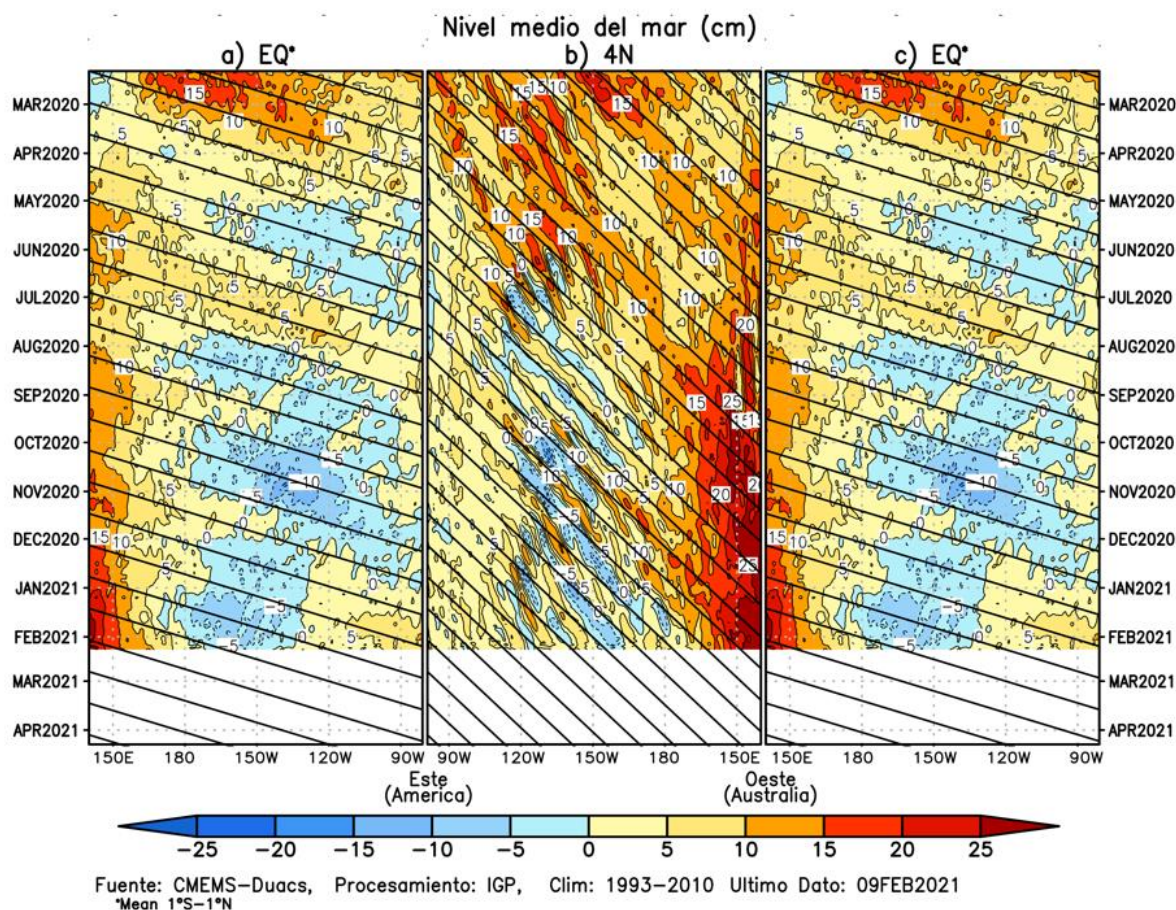


Figura 4. Diagramas longitud- tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Las figuras (a) y (c) son las mismas y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial, mientras que (b) a lo largo de 4°N, pero con el eje zonal de Este a Oeste. 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”

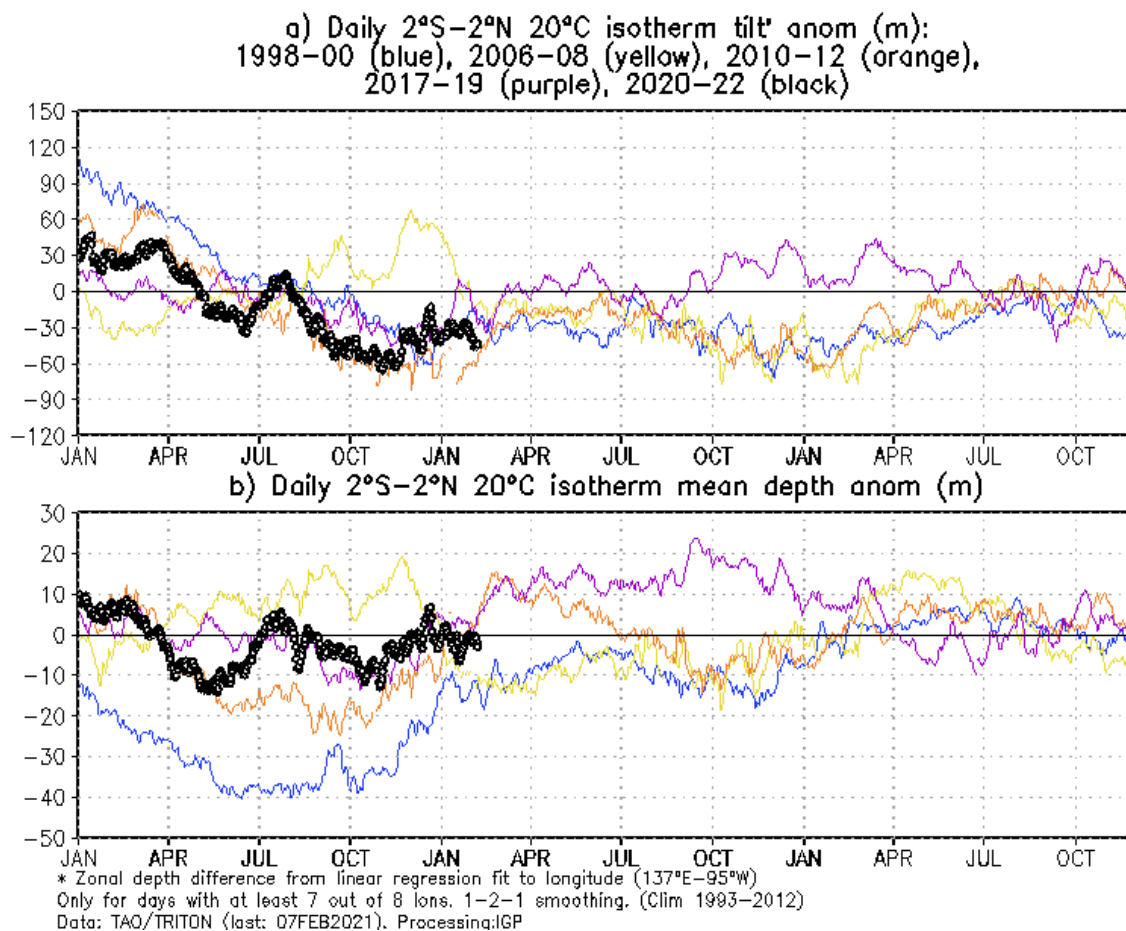


Figura 5. a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. b) Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP.

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

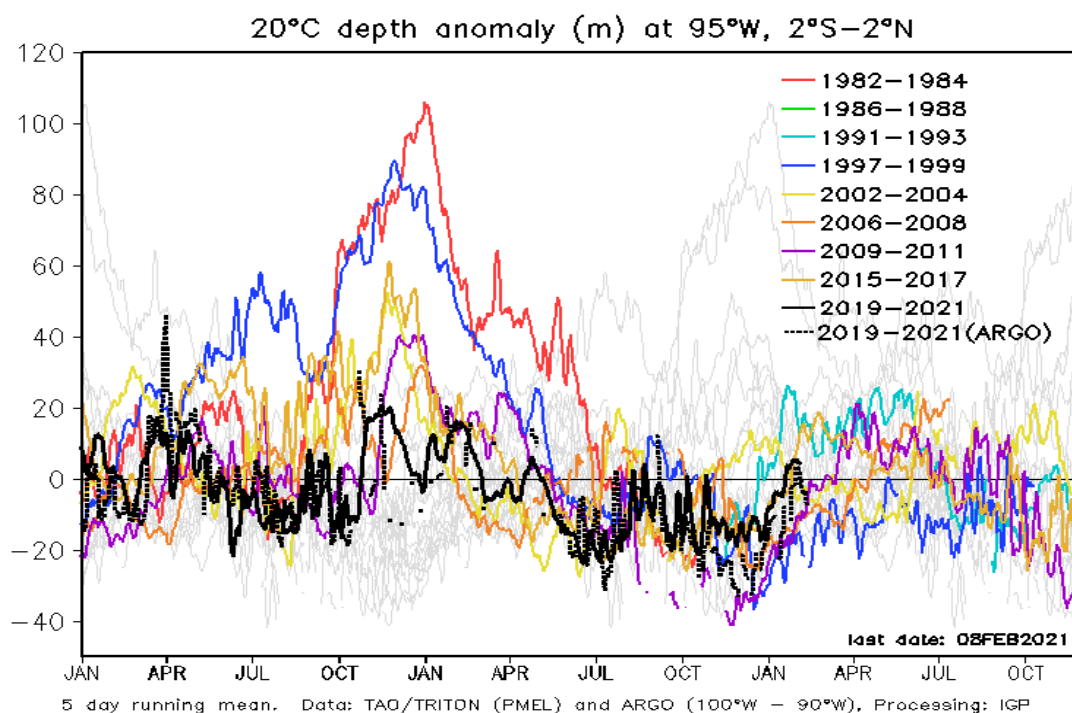


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W y entre 2°S y 2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.

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

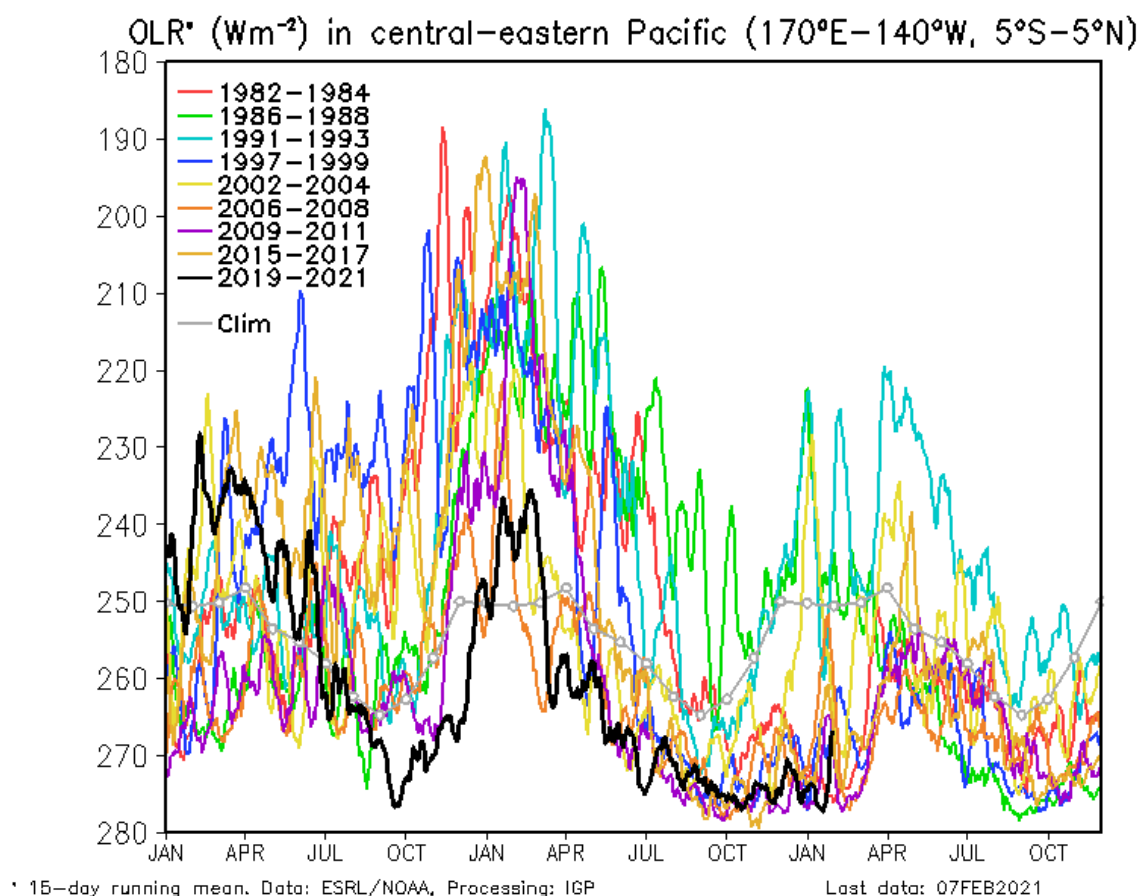


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.

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

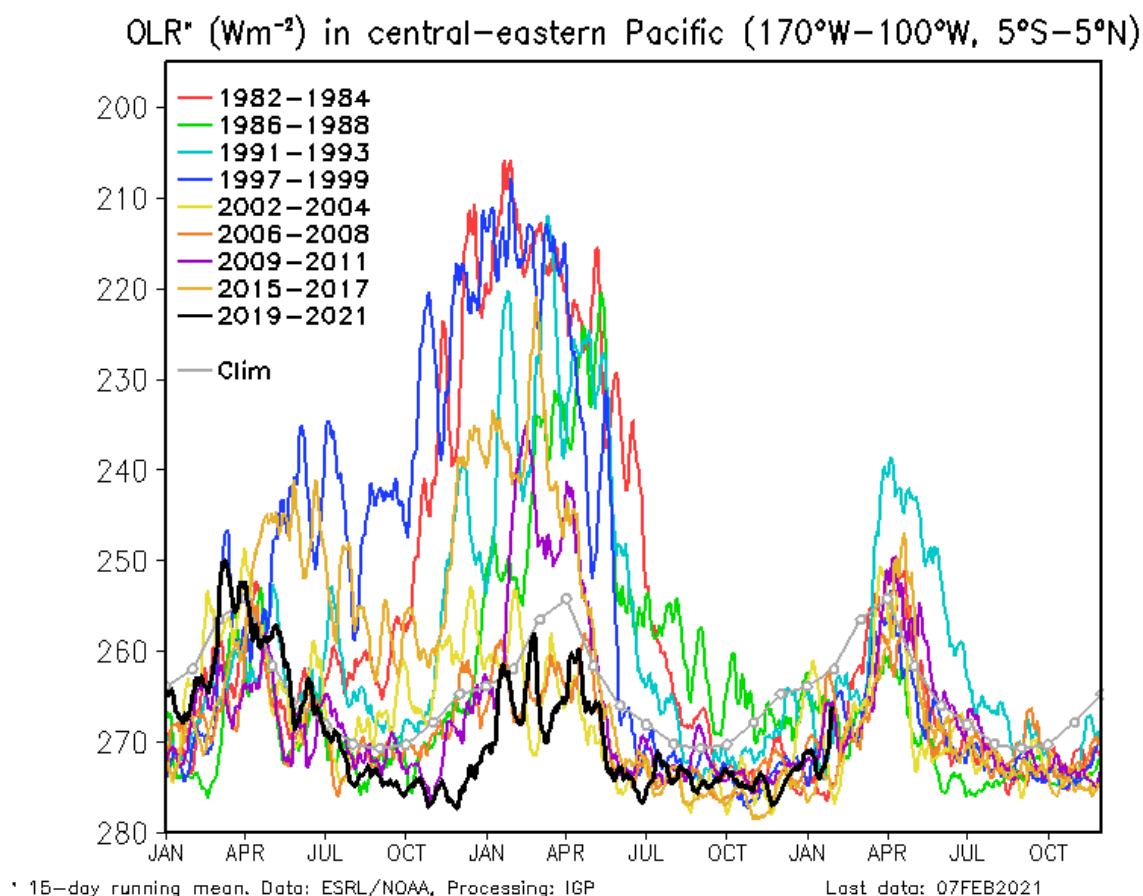


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.

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

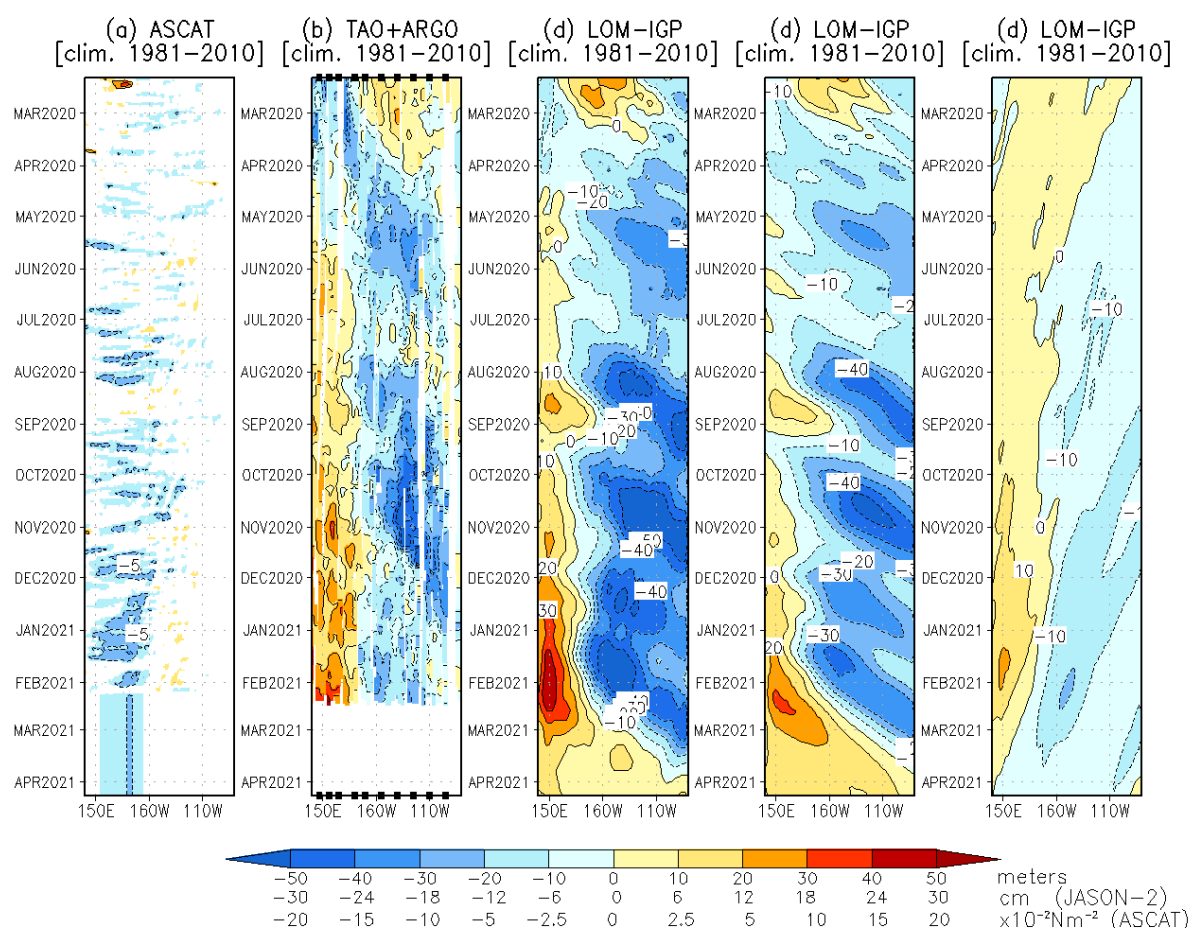


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda de Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y $\tau=0$ para el pronóstico). Elaboración: IGP.

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

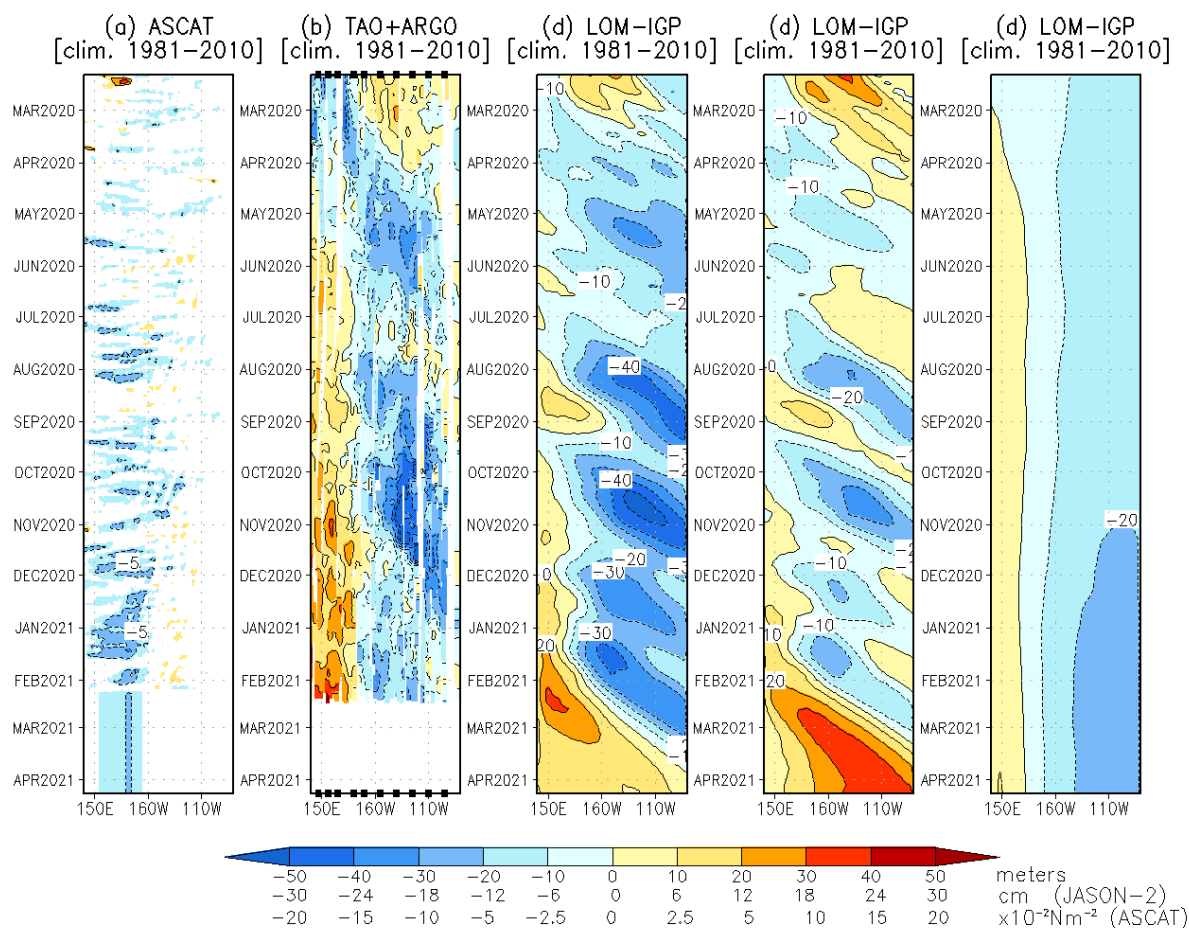


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda de Kelvin (tercer panel), onda de Kelvin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

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

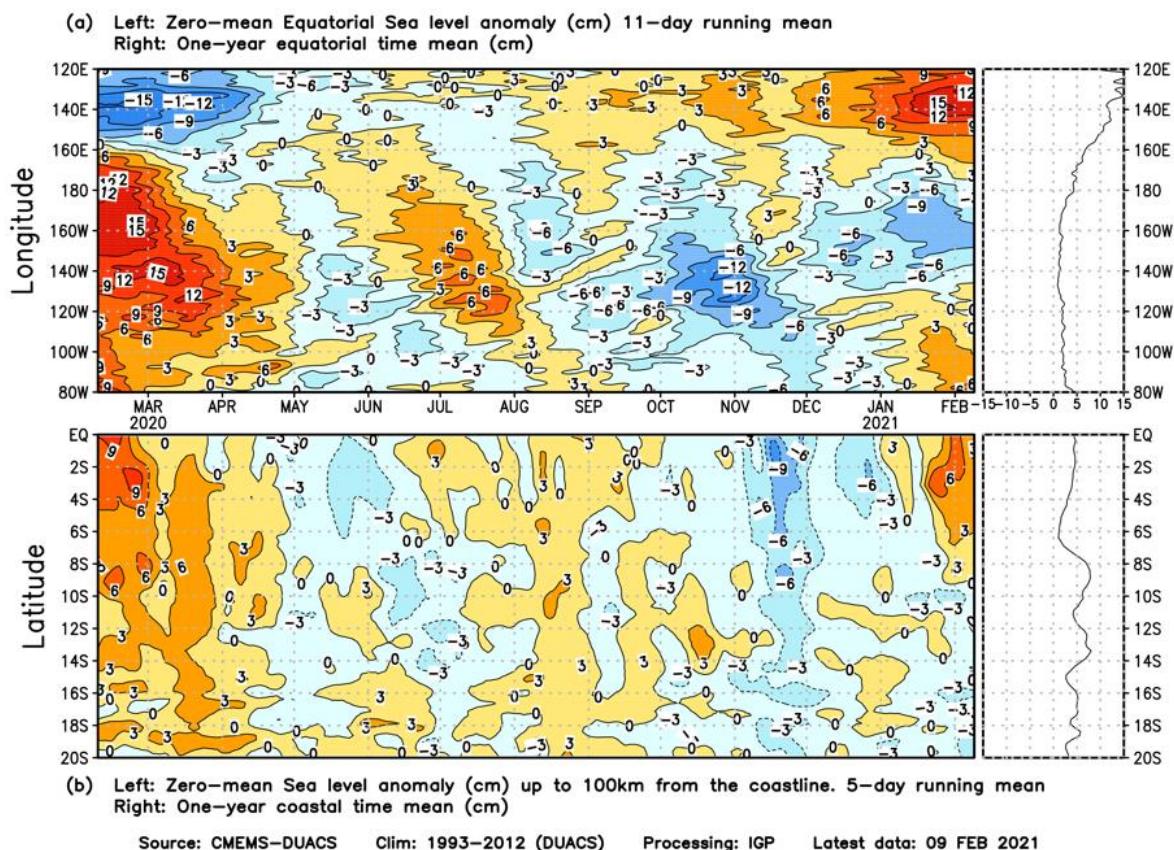


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

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

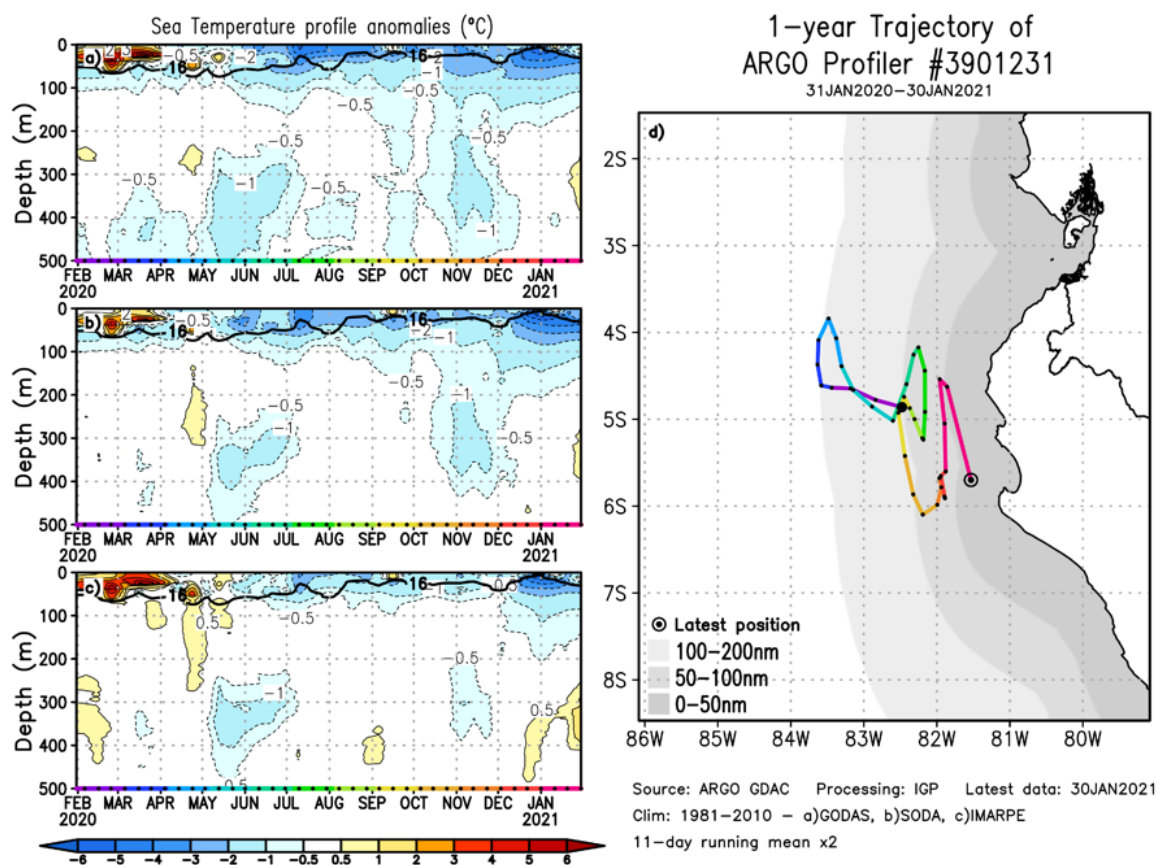


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria 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. Elaboración: IGP.

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

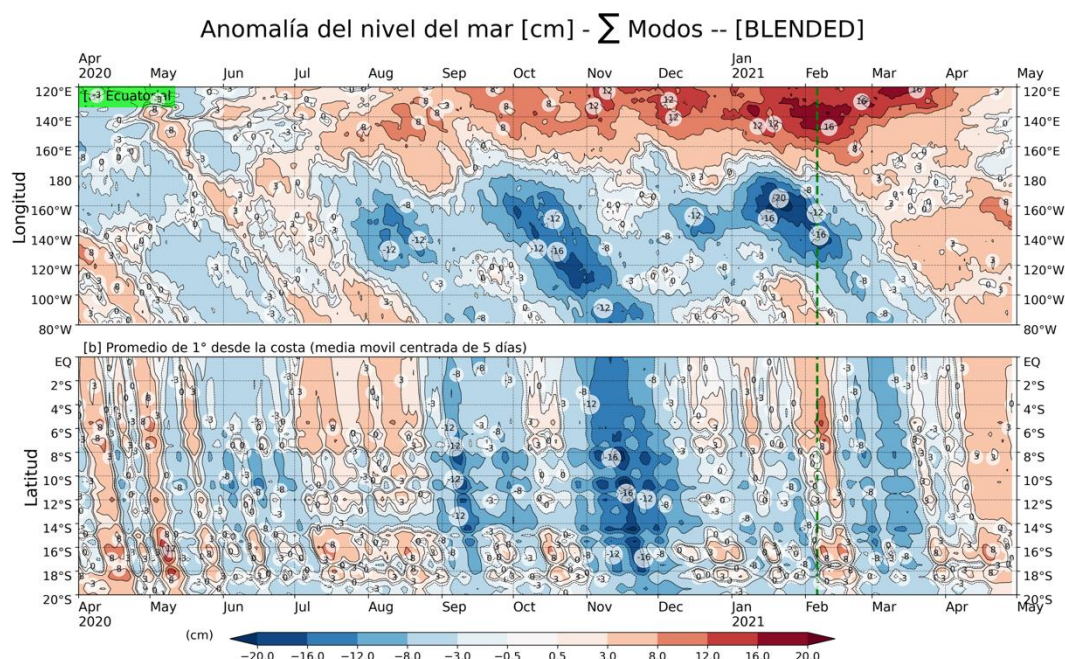


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con el producto de vientos denominado *Blended*.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

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

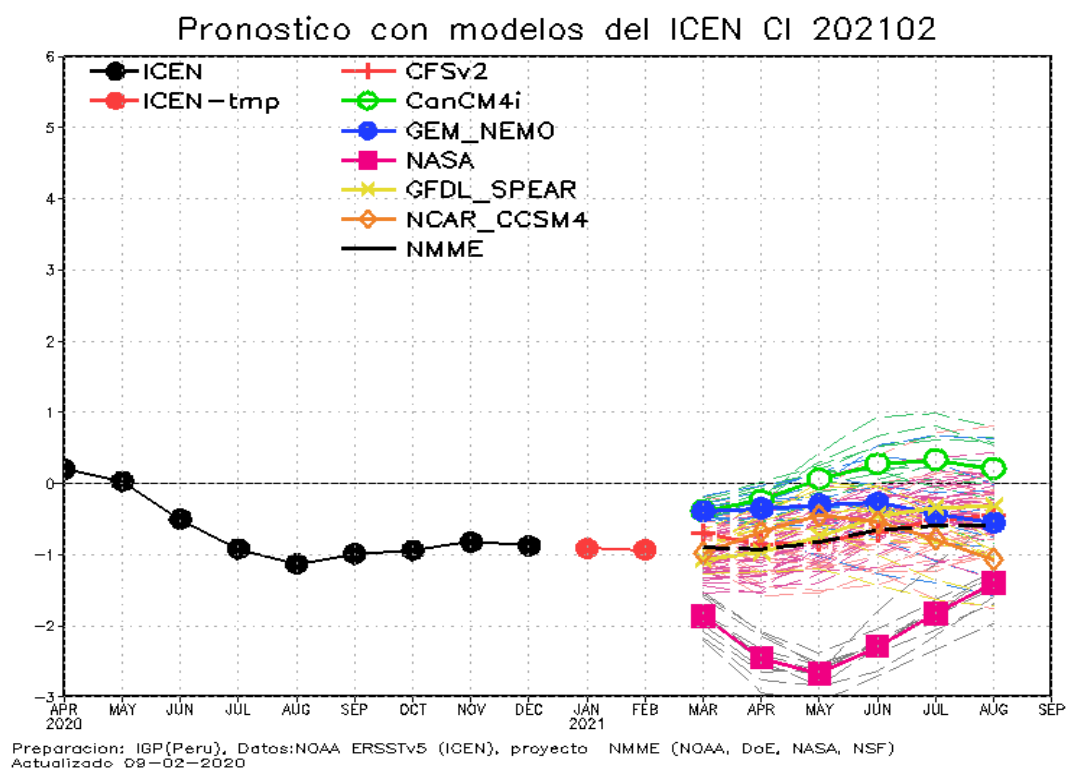


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos.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

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

Condiciones Iniciales de Febrero 2021

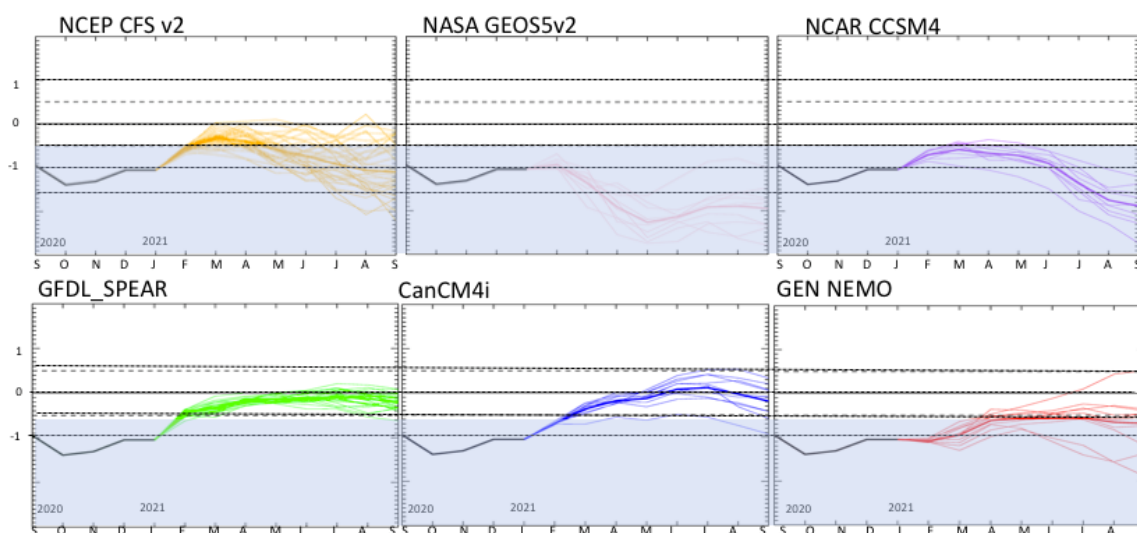


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros. Fuente: NMME.