

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteInstituto
Geofísico del Perú - IGP

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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/2025-02

13/03/2025

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

Para enero, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), se mantiene la condición Neutra (0.00), al igual que los ICEN temporales (ICEN-tmp) de febrero (0.23) y marzo de 2025 (0.50). Si bien la mayoría de los pronósticos climáticos indican anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (TSM) frente a la costa peruana hasta inicios del invierno 2025, estas anomalías permanecerían dentro del rango neutral; sin embargo, cabe resaltar que en marzo y abril las anomalías de la TSM estarían cerca de las condiciones cálidas débiles.

En el Pacífico central, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de enero (-0.64) corresponde a la condición fría débil; los ONI temporales de febrero (-0.49) y marzo (-0.34) corresponden a la categoría Neutra. Según el promedio de los pronósticos generados por los modelos climáticos, con condiciones iniciales de marzo de 2025, se prevé condiciones dentro del rango normal hasta enero de 2026.

Hay que tener en cuenta que los pronósticos de los modelos climáticos más allá de abril son menos confiables debido a la barrera de predictibilidad.

Por otro lado, el ICEN relativo (ICENr) —indicador desarrollado por el IGP— muestra también una condición neutra para enero (-0.39) al igual que los ICENr temporales de febrero (-0.21) y marzo 2025 (0.03). Por otro lado, el RONI (Relative Oceanic Niño Index) de enero (-1.19) y su temporal de febrero (-1.23) indican la categoría Fría Moderada, mientras que el temporal de marzo (-0.92) estaría en la categoría Fría Débil.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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 (ICEN) y el ICEN relativo

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 (ENFEN, 2024)** para enero de 2025, el cual se mantiene en la categoría Neutra (Tabla 1, Figura 1a). Es importante señalar que 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.

El IGP, como parte de su trabajo de investigación e innovación, ha desarrollado un nuevo indicador que se basa en el ICEN clásico (ENFEN, 2012) con una climatología 1991-2020, al cual ha denominado “ICEN relativo” (ICENr; Reupo et al., 2024). El ICENr, de acuerdo a su construcción estadística que se basa en criterios físicos, no tiene influencia del calentamiento global ni de variabilidades ajenas al ENOS. Con esta nueva formulación, considerando los mismos rangos para las categorías que se usan en el ICEN clásico (ENFEN, 2012), el ICENr de enero de 2025 se mantiene en la categoría Neutra (ver Figura 1a).

Tabla 1. Valores recientes del ICEN e ICENr.

Año	Mes	ICEN	Categoría	ICENr	Categoría ¹
2024	Agosto	-0.65	Neutra	-1.10	Fría Débil
2024	Setiembre	-0.50	Neutra	-0.98	Neutra
2024	Octubre	-0.35	Neutra	-0.83	Neutra
2024	Noviembre	-0.10	Neutra	-0.56	Neutra
2024	Diciembre	-0.11	Neutra	-0.52	Neutra
2025	Enero	0.00	Neutra	-0.39	Neutra

¹ Las categorías del ICENr son las mismas del ICEN clásico que se establecieron en ENFEN (2012).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Para los siguientes dos meses se generan valores preliminares y temporales del ICEN (ICENtmp) e ICENr (ICENrtmp), los 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 e ICENrtmp. Los valores de ambos índices, de febrero y marzo de 2025, se mantienen en la categoría Neutra (Tabla 2, Figura 1a).

Tabla 2. Valores del ICEN e ICENrtmp temporales y sus categorías

Año	Mes	ICENtmp	Categoría	ICENrtmp	Categoría
2025	Febrero	0.23	Neutra	-0.21	Neutra
2025	Marzo	0.50	Neutra	0.03	Neutra

Índice Oceánico Niño (ONI) y el ONI relativo

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el valor del ONI (Ocean Niño Index en inglés) de enero de 2025 es -0.64 °C, el que se encuentra dentro de la categoría Fría Débil² (Tabla 3, Figura 1b). Sin embargo, el ONI relativo (RONI³, por sus siglas en inglés; L'Heureux et al., 2024) de enero, indica la categoría Fría Moderada (Tabla 3). Ambos índices mantienen una tendencia negativa (Figura 1b).

Tabla 3. Valores recientes del ONI y RONI (se usan los datos en tiempo real, por lo que pueden existir discrepancias para los meses anteriores).

Índice Oceánico Niño				Índice Oceánico Niño Relativo	
Año	Mes	ONI (°C)	Categoría	RONI (°C)	Categoría
2024	Setiembre	-0.22	Neutra	-0.76	Fría Débil
2024	Octubre	-0.24	Neutra	-0.80	Fría Débil
2024	Noviembre	-0.36	Neutra	-0.91	Fría Débil
2024	Diciembre	-0.53	Fría Débil	-1.09	Fría Moderada
2025	Enero	-0.64	Fría Débil	-1.19	Fría Moderada

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de febrero y marzo de 2025, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, se mantendrían en la categoría Neutra (Tabla 4); mientras que los valores del RONItmp, para los mismos meses, indicarían categorías Fría Moderada y Fría Débil, respectivamente. La Figura 1b representa la evolución temporal del ONI y RONI.

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp) y RONI (RONItmp)

Año	Mes	ONItmp	Categoría	RONItmp	Categoría
2025	Febrero	-0.49	Neutra	-1.23	Fría Moderada
2025	Marzo	-0.34	Neutra	-0.92	Fría Débil

² 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 (ENFEN, 2015).

³ <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/RONI.ascii.txt>

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

Durante febrero, la anomalía de la TSM (ATSM) diaria registrada en la región Niño 3.4 estuvo, en promedio, en condiciones frías; sin embargo, desde la primera semana de marzo comenzó a mostrar anomalías positivas. Con respecto a la región Niño 1+2, los valores de la ATSM en promedio, entre febrero y la primera semana de marzo, se encuentran en condiciones cálidas, pero en los últimos días mostró una tendencia negativa (Figura 2). Conforme a la información mensual de los datos obtenidos de las boyas de TAO, la magnitud de los vientos alisios (promediados entre 2°S-2°N), indica que la magnitud de los vientos alisios se mantiene más intenso de lo normal al oeste de 150°W; mientras que al este de esta última longitud los vientos alisios se han debilitado (Figura 3a). La ATSM, en promedio, mantiene valores por debajo de lo normal (Figura 3b).

La información TAO muestra que, en promedio, la termoclina está menos (más) profunda de lo normal entre 170°E y 120°W (oeste de 170°E y al este de 120°W), aunque la información de ARGO, con datos de los últimos 30 días en promedio, indica que la posición de la termoclina es más somera con respecto a su climatología en la región oriental (Figura 4). La información diaria del esfuerzo de viento de CMEMS (Figura 5a) mostró una intensificación de los vientos alisios desde la quincena de febrero hasta la fecha entre 140°E y 155°W, por otro lado se observaron vientos intensos del oeste entre la segunda y cuarta semana de febrero, entre 140° y 85°W.

El extremo oriental de la piscina caliente (línea morada continua en los paneles de la Figura 5) se mantiene al oeste de su posición climatológica (línea morada entre cortada en los paneles de la Figura 5). En la zona oriental, basado en las ATSM del producto OSTIA (Figura 5d), se continúa observando anomalías positivas frente a la costa sudamericana.

Los valores de OLR (Outgoing Longwave Radiation) de febrero a inicios de marzo de 2025 son superiores a sus promedios históricos en la zona occidental (170°E- 140°W, 5°S-5°N) y en la zona oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N), tal como se observa en la Figura 6 y Figura 7, respectivamente.

Según la información de altimetría satelital en la franja ecuatorial (Figura 8), se observan dos ondas de Kelvin cálidas en la zona occidental y oriental. La última es más intensa que la primera. En relación a las ondas de Rossby, se siguen observando ondas cálidas en el extremo occidental; mientras que las ondas frías se concentran en la zona central del Pacífico. En lo que respecta a la profundidad de la termoclina, se aprecia el desarrollo de una onda de Kelvin cálida en la zona oriental, aunque es posible que sea la suma de ondas de Kelvin cálidas provenientes de la zona occidental y las formadas en la misma región oriental (Figura 5b).

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

A lo largo de la costa peruana, dentro de los 100 km, durante febrero de 2025 se observó un incremento del nivel del mar, el cual se mantiene hasta la fecha (Figura 9b), esto podría haber impactado en la ATSM frente a la costa peruana, principalmente al norte de Chimbote (Figura 10). La información cada 5 días del flotador ARGO No. 6903002, localizado alrededor de las 40 mn y en 2.3 °N (el más cercano a la línea ecuatorial), continúa mostrando anomalías positivas en la parte superior (25 metros de profundidad) de la columna de agua. Por debajo de esto, se encuentra una anomalía negativa que se extiende hasta los 200 o 300 metros. Luego se aprecia una anomalía positiva por debajo de los 350 o 400 metros (Figura 11).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Pronóstico de ondas de Kelvin

Según los datos de altimetría satelital obtenidos hasta la fecha, se espera la presencia de una onda de Kelvin cálida durante marzo (Figura 8b). Luego, es posible que arribe una onda de Kelvin fría, aunque se ve debilitada, y, finalmente, de darse las condiciones ideales, es posible que arribe una onda de Kelvin cálida en abril. En relación a las ondas de Rossby, se siguen observando ondas cálidas en el extremo occidental; mientras que las ondas frías se concentran en la zona central del Pacífico (Figura 8a y 8b). En lo que respecta a la profundidad de la termoclina, se espera la presencia de una onda de Kelvin cálida a lo largo de la costa, aunque su principal impacto es muy probable que se observe por debajo de la superficie durante marzo.

Los resultados de los modelos de ondas del IGP (Figura 12, 13 y 14) —forzado con el reanalysis de NCEP para el diagnóstico (hasta el 08 de marzo) y luego con vientos igual a cero para el pronóstico— indican que aún se espera en los siguientes días la presencia de una onda de Kelvin cálida en la costa peruana. Luego, según las simulaciones, se espera un paquete de ondas de Kelvin frías débiles hasta fines de abril. Finalmente, en mayo se espera el arribo de ondas de Kelvin cálidas. Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina; asimismo, hay que considerar que los vientos del reanalysis de NCEP (el forzante del modelo de ondas) no estaría simulando correctamente los vientos del oeste observados en la zona oriental en las últimas semanas.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, los pronósticos de los modelos climáticos de NMME⁴ (CFSv2, Can ESM5, GEM5.2-NEMO, NASA-GEOS2S, GFDL_SPEAR2, COLA-RSMAS-CCSM4 y COLA-RSMAS-CESM1), con condiciones iniciales de marzo de 2025, indican para el ICEN, en promedio, condiciones neutras hasta enero de 2026; sin embargo, los índices indican anomalías cercanas a condiciones cálidas débiles en abril y mayo (ver Tabla 5 y Figura 15).

Tabla 5. Pronósticos del ICEN de los modelos climáticos con condiciones iniciales de marzo de 2025

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2	0.31	0.14	0.13	0.09	0.01	0.01	0.04	0.09	-----	-----
CanESM5	0.11	0.10	0.17	0.22	0.30	0.33	0.33	0.27	0.21	0.17
GEM5.2_NEMO	1.13	0.97	0.64	0.35	0.21	0.10	0.08	0.10	0.18	0.18
NASA	0.28	-0.03	-0.14	-0.30	-0.45	-0.53	-0.60	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	1.02	0.83	0.57	0.41	0.32	0.24	0.20	0.15	0.16	0.28
COLA_CCSM4	0.13	0.14	0.01	-0.30	-0.54	-0.65	-0.77	-0.86	-0.80	-0.49
COLA_CESM1	0.33	0.19	-0.01	-0.18	-0.25	-0.23	-0.21	-0.23	-0.20	-0.07
Promedio										
NMME	0.47	0.33	0.20	0.04	-0.06	-0.10	-0.13	-0.08	-0.09	0.02

⁴ Desde julio de 2024, los modelos climáticos globales CanESM5 y GEM5.2-NEMO (<https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/Models/NMME/CanSIPS-IC4/>) reemplazan a los modelos CanCM4i-IC3 y GEM5-NEMO.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los pronósticos de los mismos modelos del párrafo anterior, para el ONI, se espera la condición neutra hasta enero de 2026; sin embargo, los valores del ONI pronosticados son negativos (ver Tabla 6 y Figura 16).

Tabla 6. Pronósticos del ONI de los modelos climáticos con condiciones iniciales de marzo de 2025

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2	-0.39	-0.39	-0.30	-0.18	-0.05	0.05	0.14	0.21	-----	-----
CanESM5	-0.07	-0.15	-0.03	0.05	0.06	0.04	0.02	0.05	0.14	0.27
GEM5.2_NEMO	-0.24	-0.40	-0.49	-0.44	-0.38	-0.31	-0.28	-0.21	-0.11	0.03
NASA	-0.57	-0.68	-0.69	-0.76	-0.84	-0.97	-1.00	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	0.11	0.20	0.26	0.24	0.11	-0.05	-0.18	-0.27	-0.26	-0.14
COLA_CCSM4	-0.27	-0.28	-0.29	-0.42	-0.65	-0.89	-1.02	-1.03	-0.89	-0.57
COLA_CESM1	-0.42	-0.45	-0.50	-0.63	-0.83	-0.96	-0.99	-0.92	-0.74	-0.52
Promedio										
NMME	-0.26	-0.31	-0.29	-0.31	-0.37	-0.44	-0.47	-0.36	-0.37	-0.19

El modelo de IA del IGP, con condiciones iniciales de febrero, indica que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), se mantendría en promedio con valores entre similares y superiores a su normal hasta diciembre de 2025, para enero y febrero de 2026 estarían por debajo de su valor normal. En lo que respecta al índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), este muestra valores negativos que se extienden, por lo pronto, hasta enero de 2026 (Figura 17).

Conclusiones

El ICEN de enero 2025 se mantiene en la categoría Neutra, al igual que los ICEN temporales de febrero y marzo. El ICENr, que no es el índice oficial del ENFEN, también muestra condiciones neutras, aunque con valores inferiores al del ICEN. En el Pacífico central, el ONI de enero indica la condición fría débil; mientras que los valores temporales de febrero y marzo indican la categoría Neutra. Por otro lado, el RONI de enero y el RONI temporal de febrero se mantienen en la categoría Fría Moderada, pero el temporal de marzo tiene un valor dentro de la categoría Fría Débil. En todos los índices temporales se advierte una tendencia positiva.

Según la información observada y los resultados de los modelos de ondas (forzados con vientos del *reanalysis* de NCEP), se prevé la llegada de una onda de Kelvin cálida durante marzo. Posteriormente, podría arribar una onda de Kelvin fría, aunque debilitada. Finalmente, si las condiciones son favorables, es probable que en mayo arriben a la costa peruana ondas de Kelvin cálidas.

En cuanto a las proyecciones climáticas, aunque se prevén anomalías positivas de la TSM frente a la costa peruana hasta inicios del invierno de 2025, estas se mantendrían dentro del rango neutral. Por otro lado, en el Pacífico central, los modelos climáticos anticipan categorías neutras hasta inicios de 2026. Hay que tener en cuenta que, debido a la barrera de predictibilidad, los pronósticos de los modelos climáticos más allá de abril son menos confiables, situación que debe cambiar con los pronósticos producidos a partir de mayo o junio.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Bibliografía

- **Aparco J., Mosquera K. & Takahashi K.** (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, 1(5), 8-9. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4642>
- 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 información y monitoreo del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 3(9), 4-8. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5090>
- 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.
- ENFEN (2024). Definición Operacional de los Eventos el Niño Costero y la Niña Costera en el Perú. Nota Técnica ENFEN 01-2024
- 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*, 30(20), 8179-8205. <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. <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2624.1>
- L'Heureux M. L., et al. (2024). A relative sea surface temperature index for classifying ENSO events in a changing climate. *J. Climate*, 37(4), 1197-211. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-23-0406.1>
- **Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E., & Mosquera, K.** (2008). El Niño-related precipitation variability in Perú. *Advances in Geosciences*, 14, 231-237. <https://doi.org/10.5194/adgeo-14-231-2008>
- 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. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>
- 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
- **Montes, I., Segura, B., Castellón, F., Manay, R., Mosquera, K. & Takahashi, K.** (2023). Pronósticos experimentales del posible FEN para la Comisión ENFEN con un modelo de Sistema Tierra de alta resolución para el territorio nacional y el Pacífico oriental. Informe Técnico, p. 16. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5506>
- **Morera, S. B.,** Condom, T., Crave, A., Steer, P. & Guyot, J. L. (2017). The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). *Sci Rep* 7, p. 11947. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12220-x>



PERÚ

Ministerio
del AmbienteInstituto
Geofísico del Perú

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
 y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

- **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, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/3594>
- **Mosquera, K., Dewitte B. & Lagos, P.** (2010). Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. *Magistri et Doctores*, 5(9), 55-82. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/949>
- **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, 1(1), 4-7. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4638>
- **Mosquera, K. & Dewitte, B.** (2016). ¿Por qué las ondas Kelvin oceánicas no impactaron tanto la TSM en la costa de Perú durante el evento El Niño 2015/16? *Boletín técnico: Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 3(3), 4-8. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4649>
- 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. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5064>
- **Reupo, J. & 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, 1(1), 8-9. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5041>
- **Reupo, J., Takahashi, K. & Mosquera, K.** (2024). Índice costero El Niño relativo (ICENr). *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 11(9), 16-21.
- **Rivera Tello, G.A., Takahashi, K. & Karamperidou, C.** (2023). Explained predictions of strong eastern Pacific El Niño events using deep learning. *Sci Rep* 13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45739-3>
- **Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C., Vuille, M. & 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.* <https://doi.org/10.1002/joc.5185>
- **Sulca, J.** (2025) ENSO diversity regulation of the impact of MJO on extreme snowfall events in the Peruvian Andes. *International Journal of Climatology*. DOI: 10.1002/JOC.8790 In Press
- **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. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5108>
- **Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K., & Dewitte, B.** (2011). ENSO regimes: reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophysical Research Letters*, 38(10). <https://doi.org/10.1029/2011GL047364>
- **Takahashi, K., Martínez, A. G.** (2019). The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. *Clim Dyn* 52, 7389–7415. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3702-1>





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

- Thoma, M., Greatbatch, R., Kadow, C. & Gerdes, R. (2015). Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. *Geophysical Research Letters*, 42. <https://doi.org/10.1002/2015GL064833>
- Urbina, B. & 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, 7(1), 13-20. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4855>

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

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

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Lic.

Miguel Andrade, Lic.

Jeremy Romero, 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, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

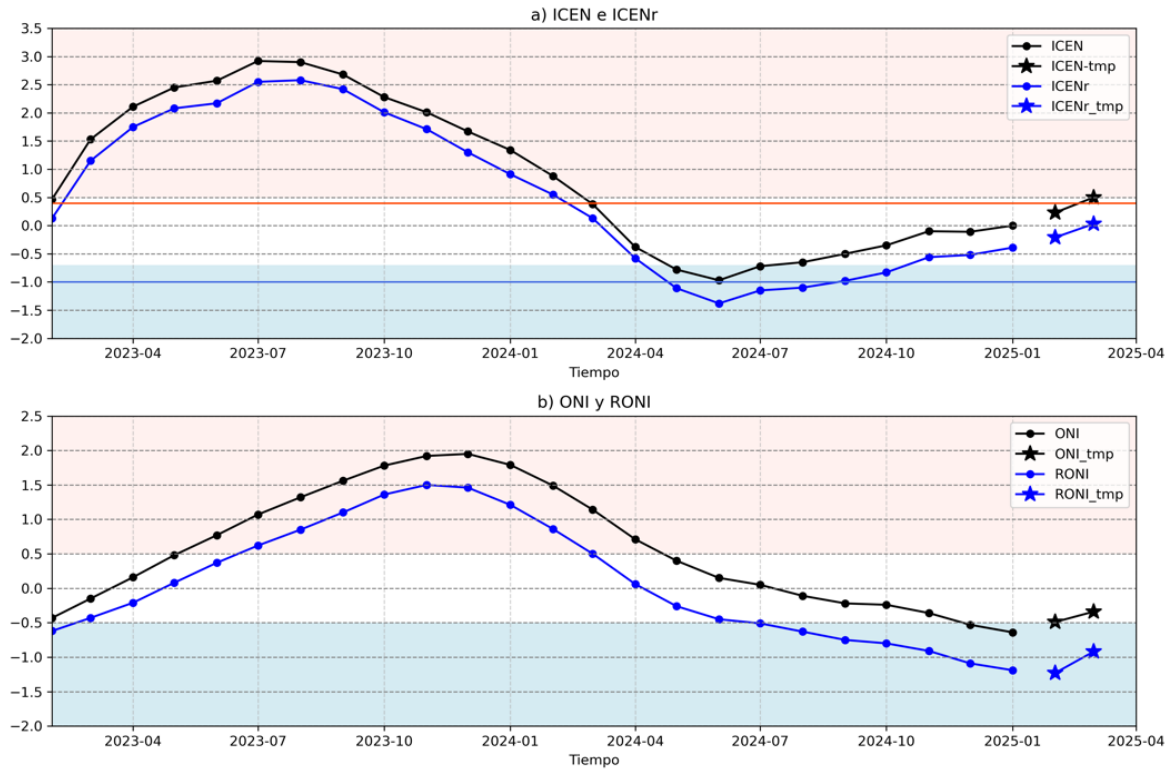


Figura 1. Series de tiempo del (a) ICEN (línea con punto de color negro) e ICENr (línea con punto de color azul), así como sus temporales (con estrellas del mismo color), y (b) igual que (a) pero para el ONI y RONI. El fondo de color rosado (celeste) indica condición cálida (fría) para el ICEN (ONI y RONI). Para el ICENr, ver en (a), la condición cálida inicia en 0.4 (línea horizontal anaranjada) y la condición fría en -1 (línea horizontal de color azul).

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

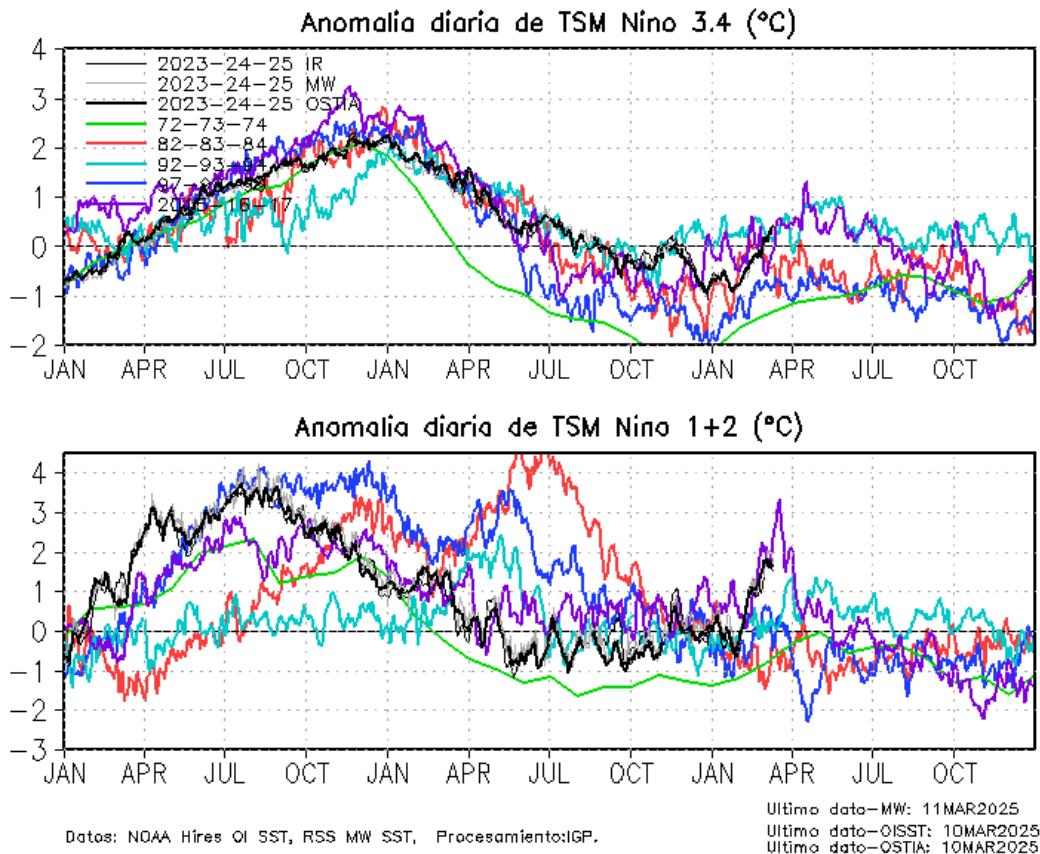


Figura 2. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color verde, rojo, celeste, azul y magenta indican la evolución de la anomalía de la TSM para los periodos 1972-1974, 1982-1984, 1992-1994, 1997-1999 y 2015-2017. Elaborado por el IGP.



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

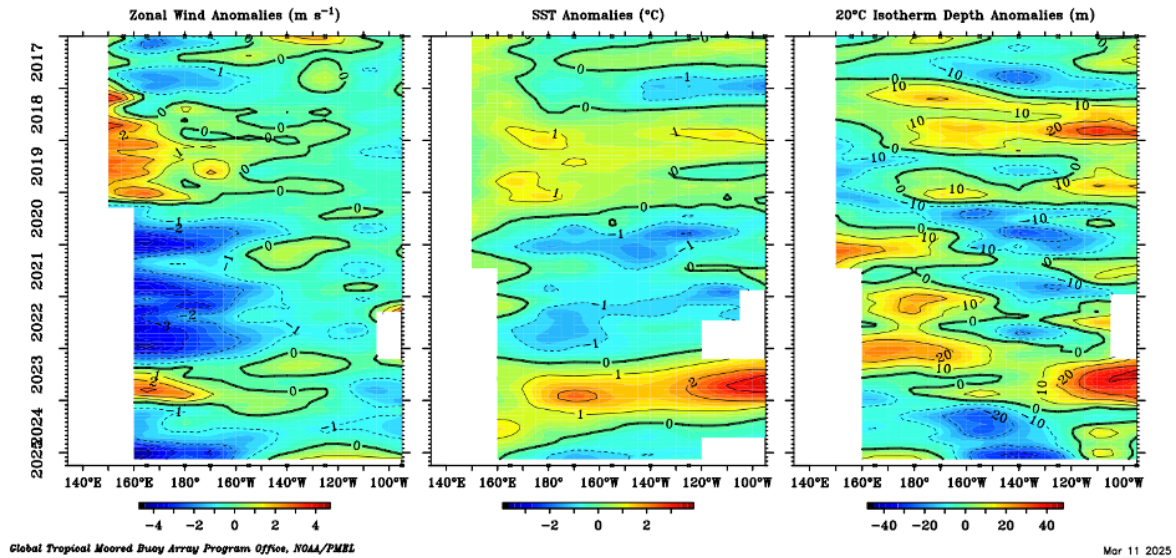


Figura 3. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (panel izquierdo), de la temperatura superficial del mar (panel central) y de la profundidad de la isoterma de 20 °C (panel derecho) y a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Promedio de la profundidad de la isoterma de 20°C(m) de los últimos 30 días

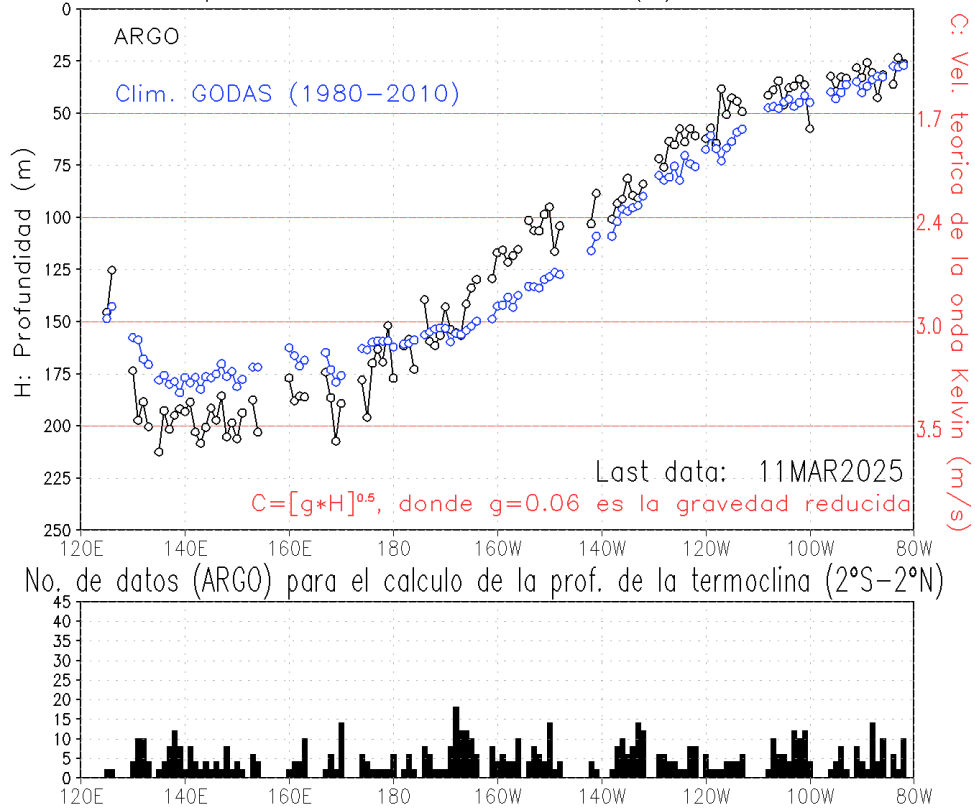


Figura 4. Profundidad de la isoterma de 20°C, como promedio de los últimos 30 días. Fuente ARGO. Elaboración: IGP.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

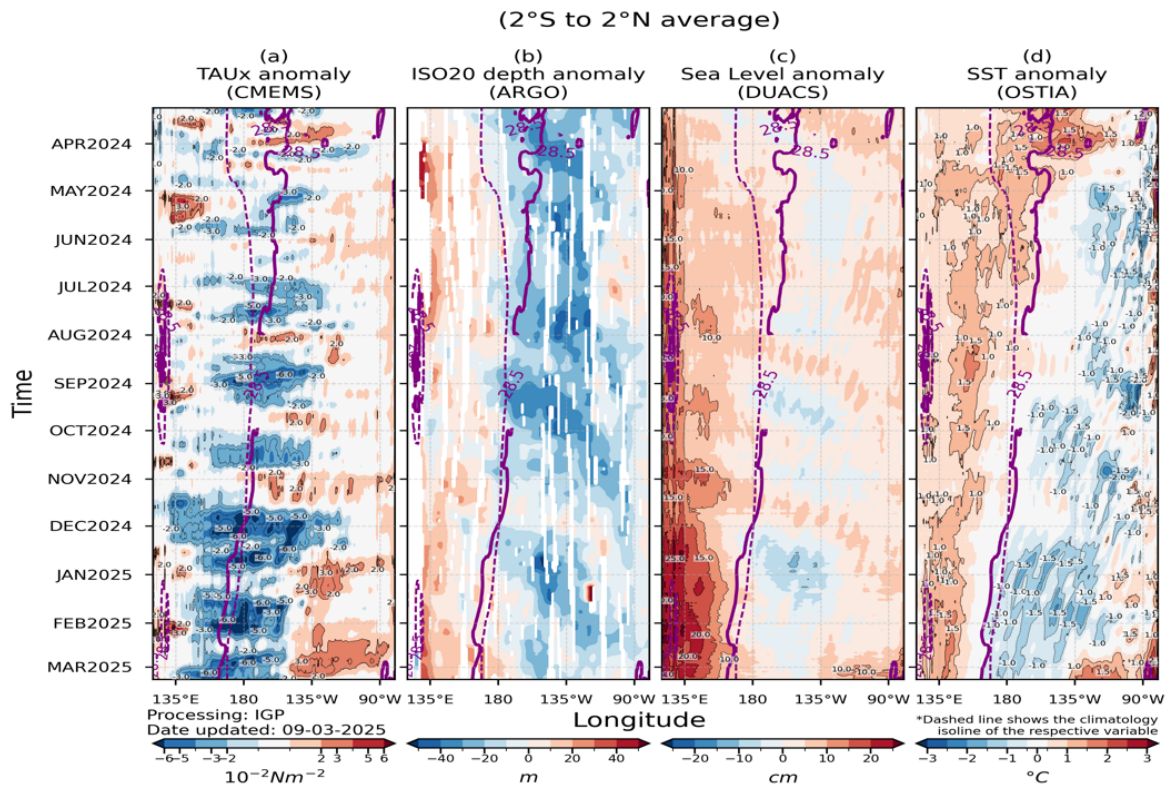


Figura 5. Diagrama longitud-tiempo en la franja ecuatorial de las anomalías, de izquierda a derecha, a) del esfuerzo de viento zonal (CMEMS), b) de la profundidad de la termoclina (ARGO), c) del nivel del mar (DUACS) y d) de la temperatura del mar (OSTIA). La línea morada continua (entrecortada) indica la posición observada (climatológica) de la isoterma de 28.5 °C. Elaborado por el IGP.



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

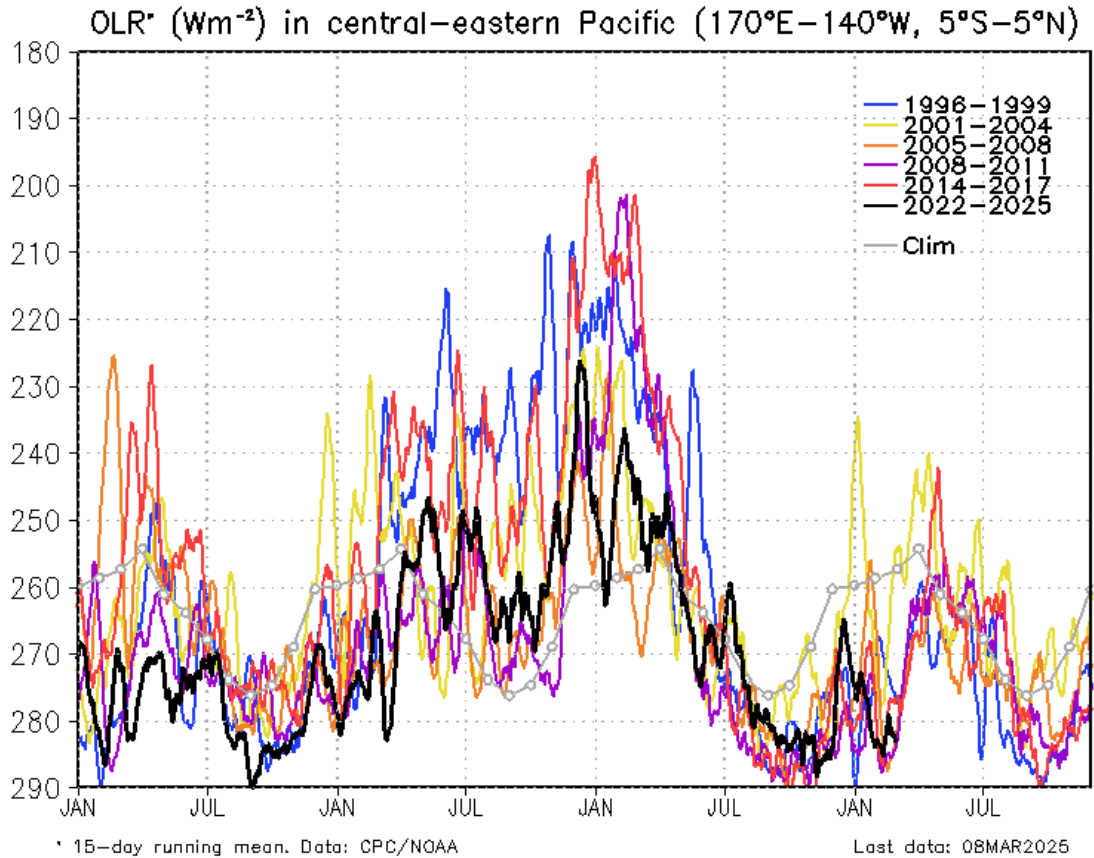


Figura 6. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}E-140^{\circ}W$ y $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
 y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

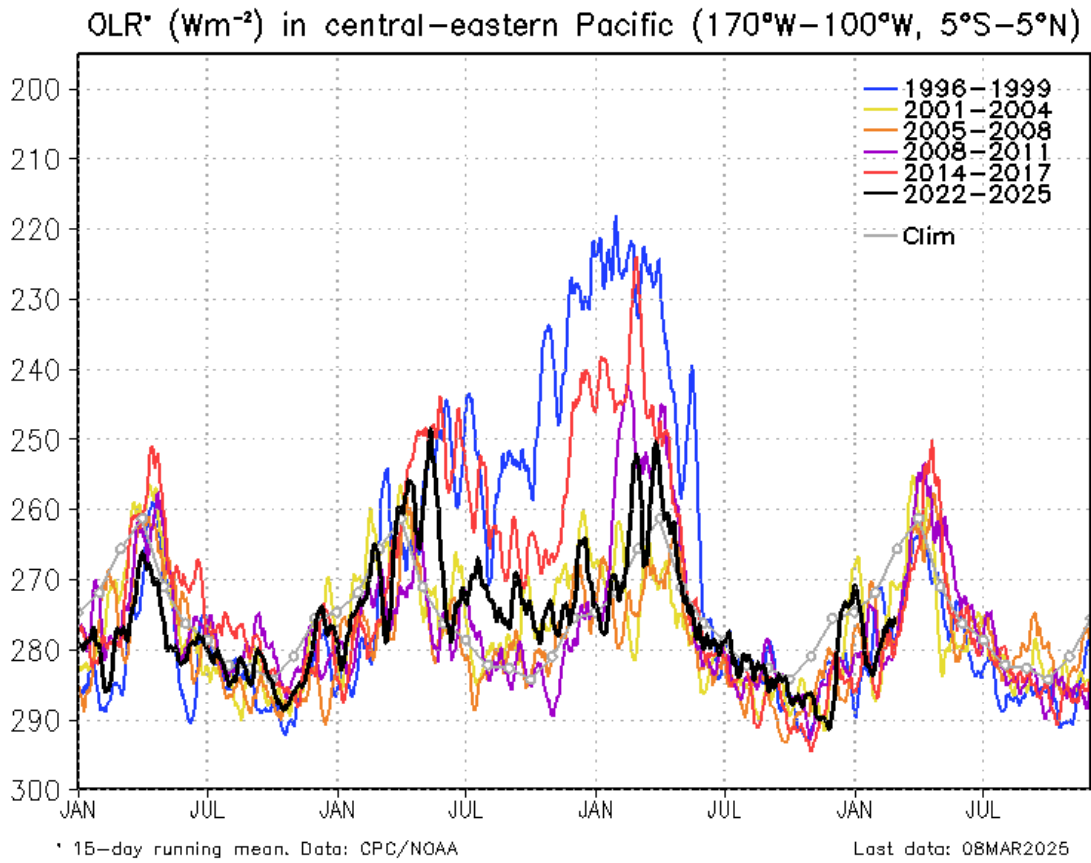


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W-100°W y 5°S-5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

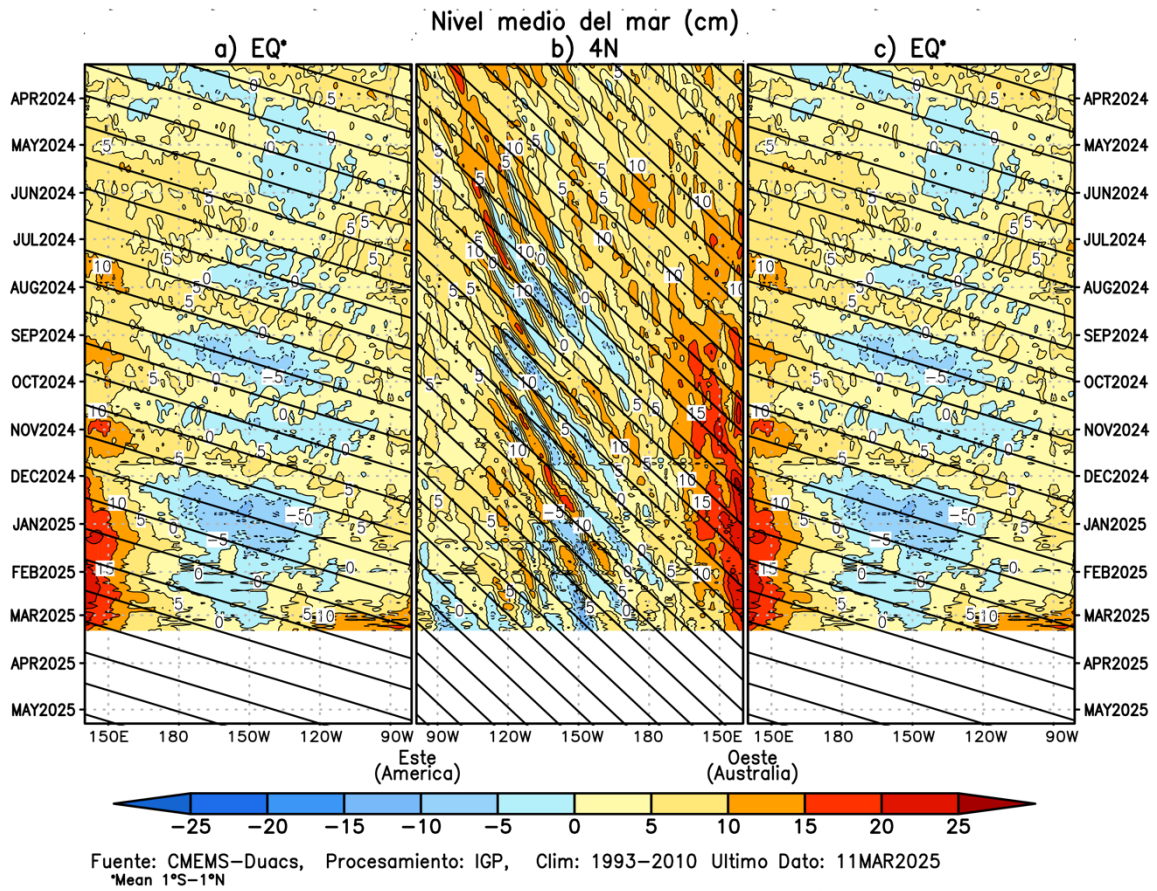


Figura 8. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°N, pero con el eje zonal de este a oeste. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda de Kelvin (a y c) y Rossby (b) si tuvieran una velocidad aproximada de 2.6 m/s y 0.87 m/s, respectivamente. Elaborado por el IGP.



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
 y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

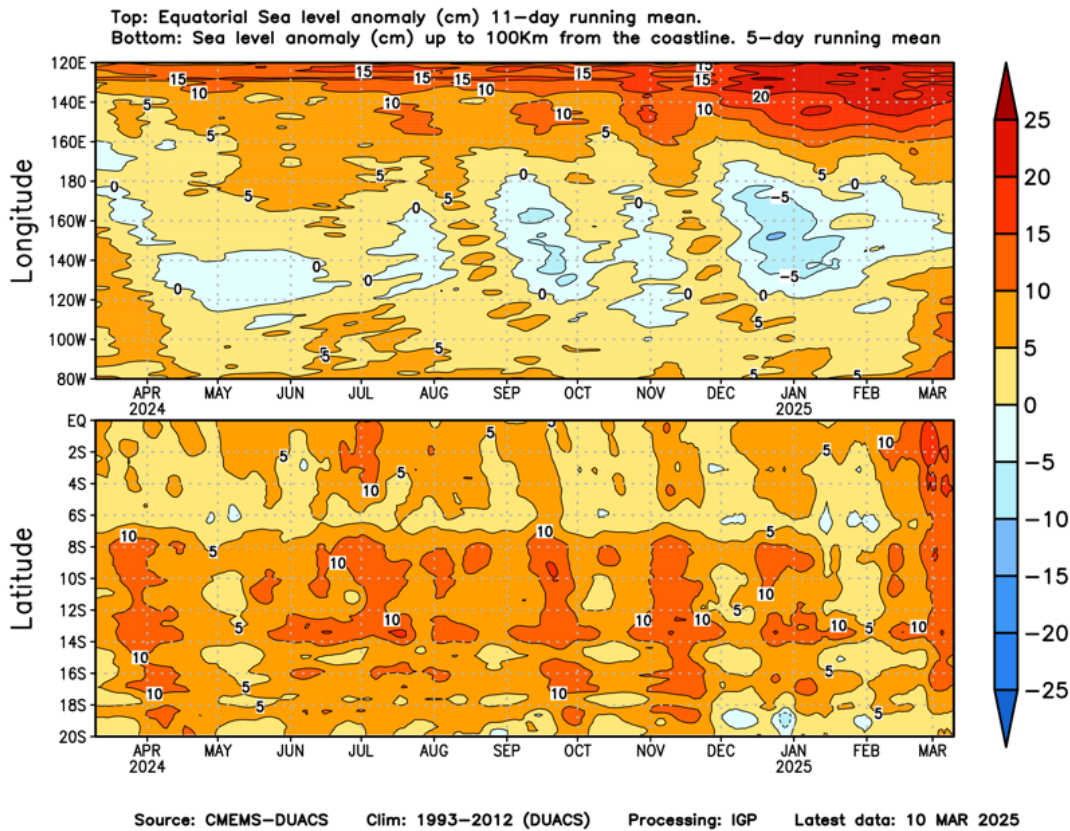


Figura 9. Anomalia del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Las unidades están en centímetros. Elaborado por el IGP.



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
 y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

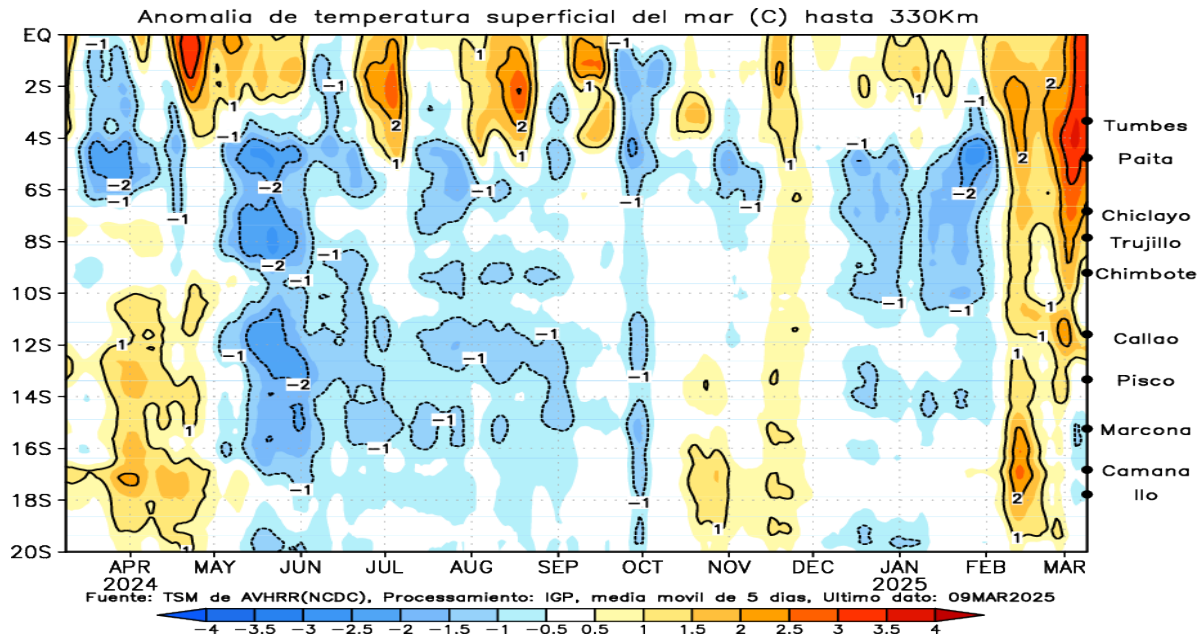


Figura 10. Anomalia de la TSM dentro de los 300 km de la costa peruana. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

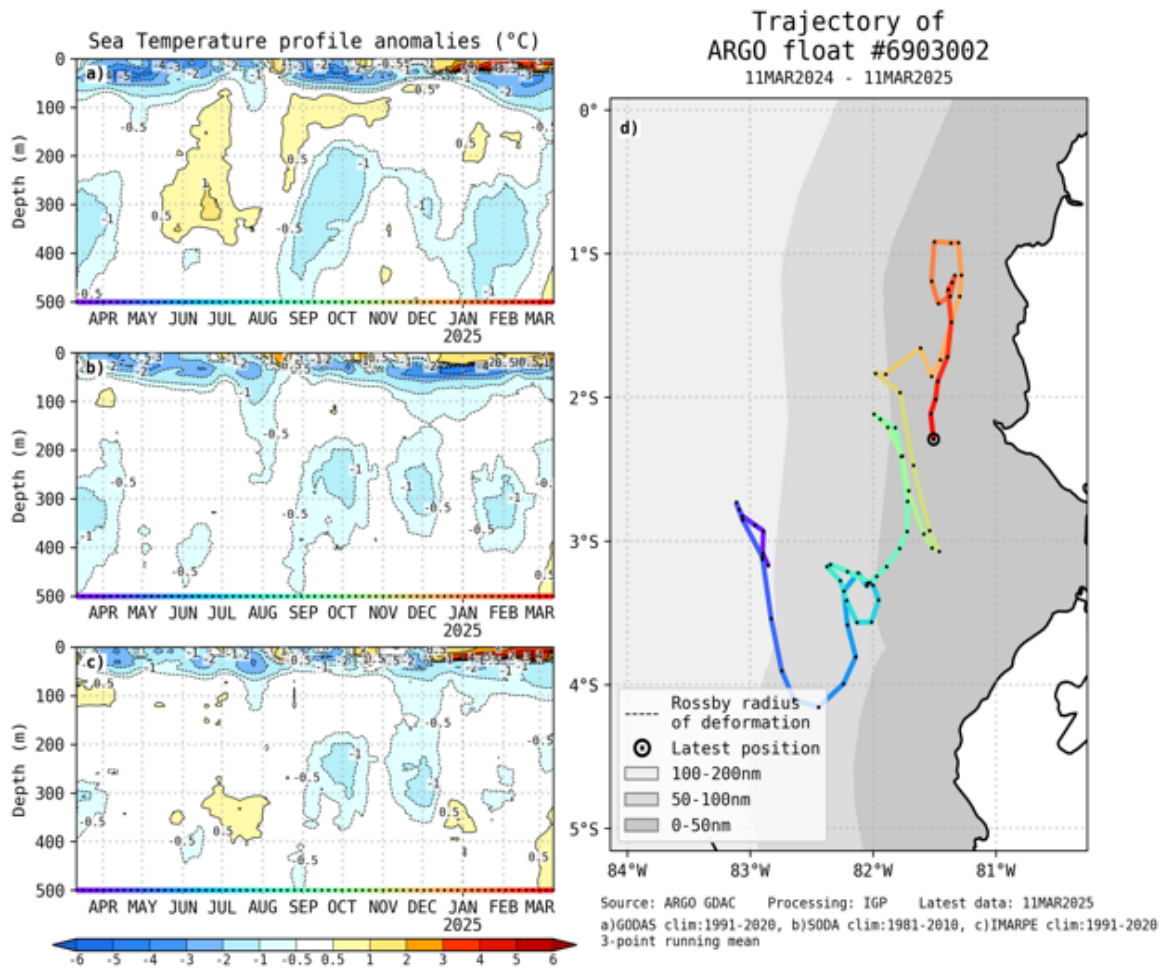


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Estas anomalías se calculan en base a la climatología 1991-2020 para GODAS (a) e IMARPE (c), y 1981-2010 para (b) SODA. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en los últimos 365 días. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días y el círculo abierto representa la última posición del flotador. Elaborado por el GP.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

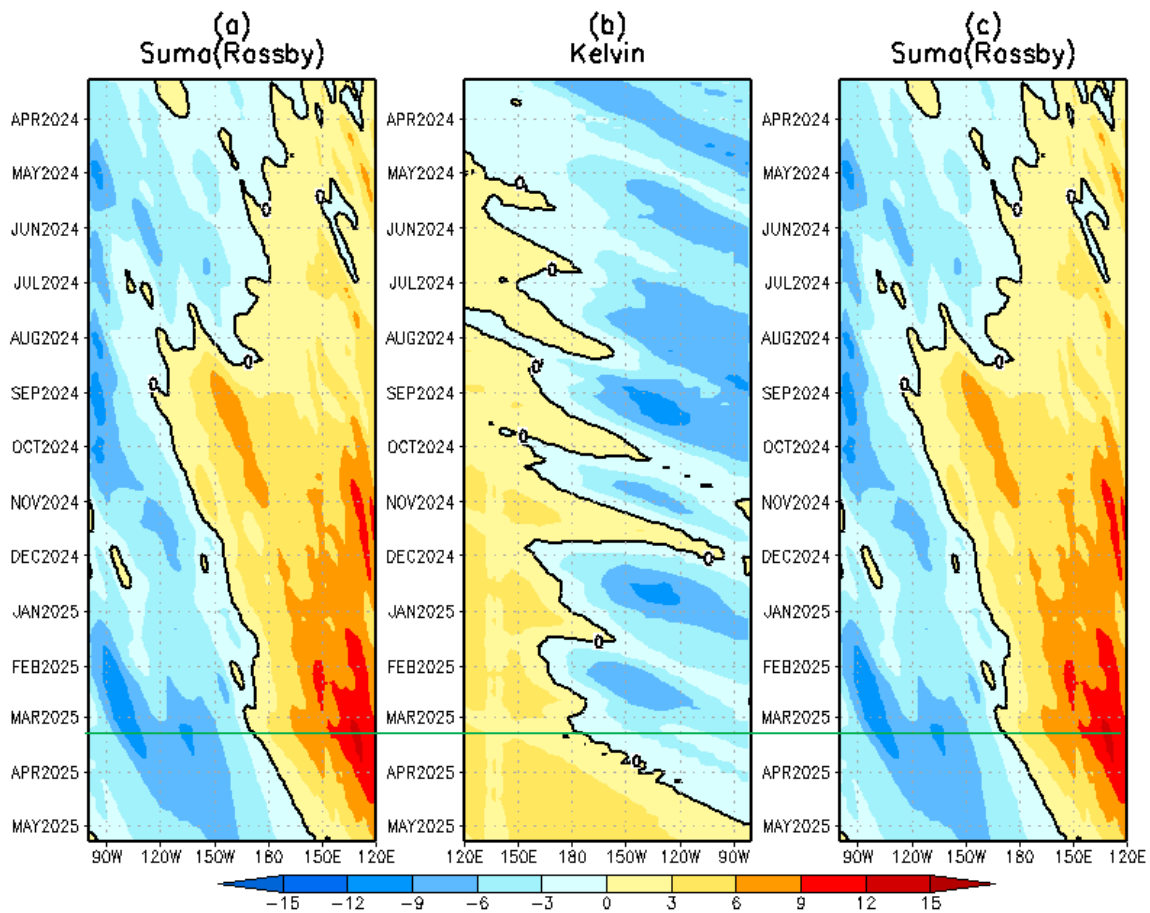


Figura 12. Diagrama longitud-tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOM), forzando por NCEP y termoclina constante. La línea verde horizontal indica el inicio de la simulación del pronóstico con esfuerzo de viento igual a cero. Fuente: IGP.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

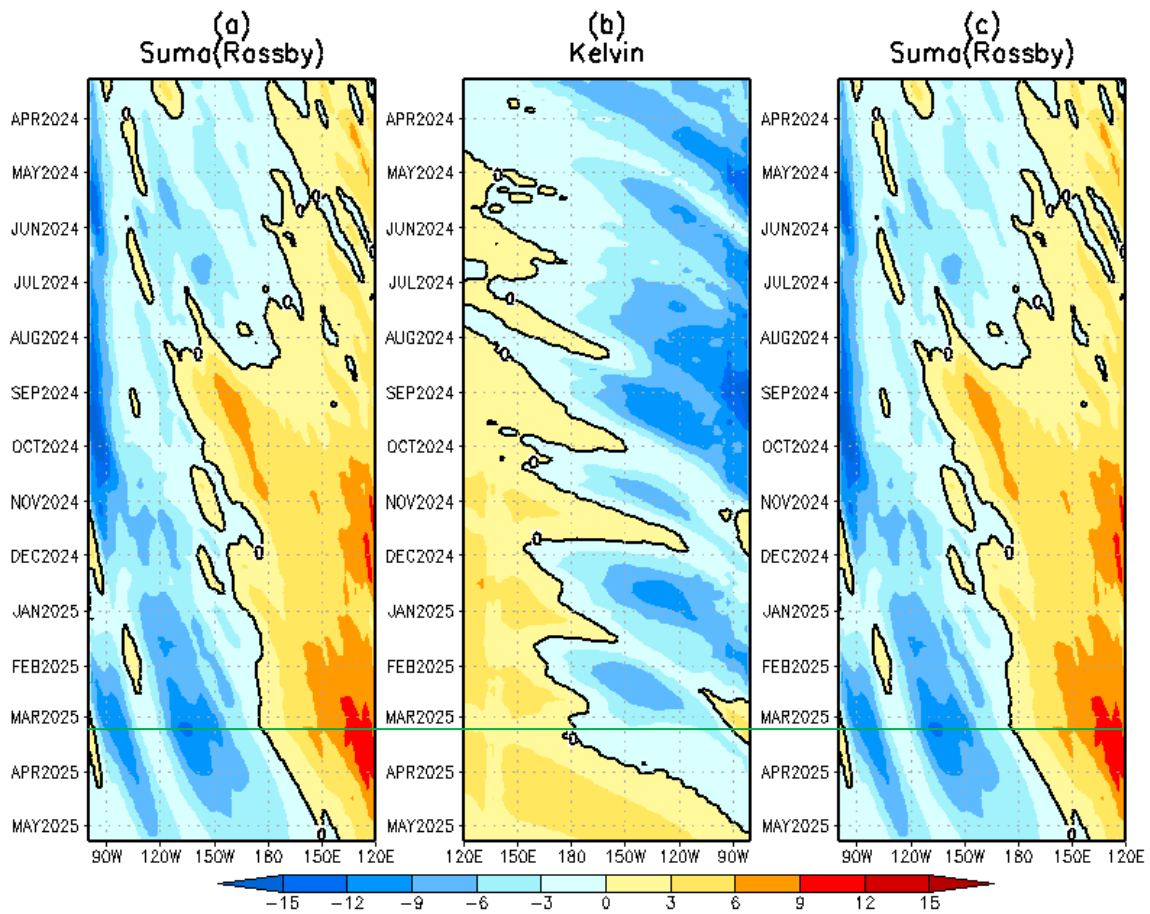


Figura 13. Igual que la Figura 12 pero el modelo es forzado con termoclina variable. Fuente: IGP.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

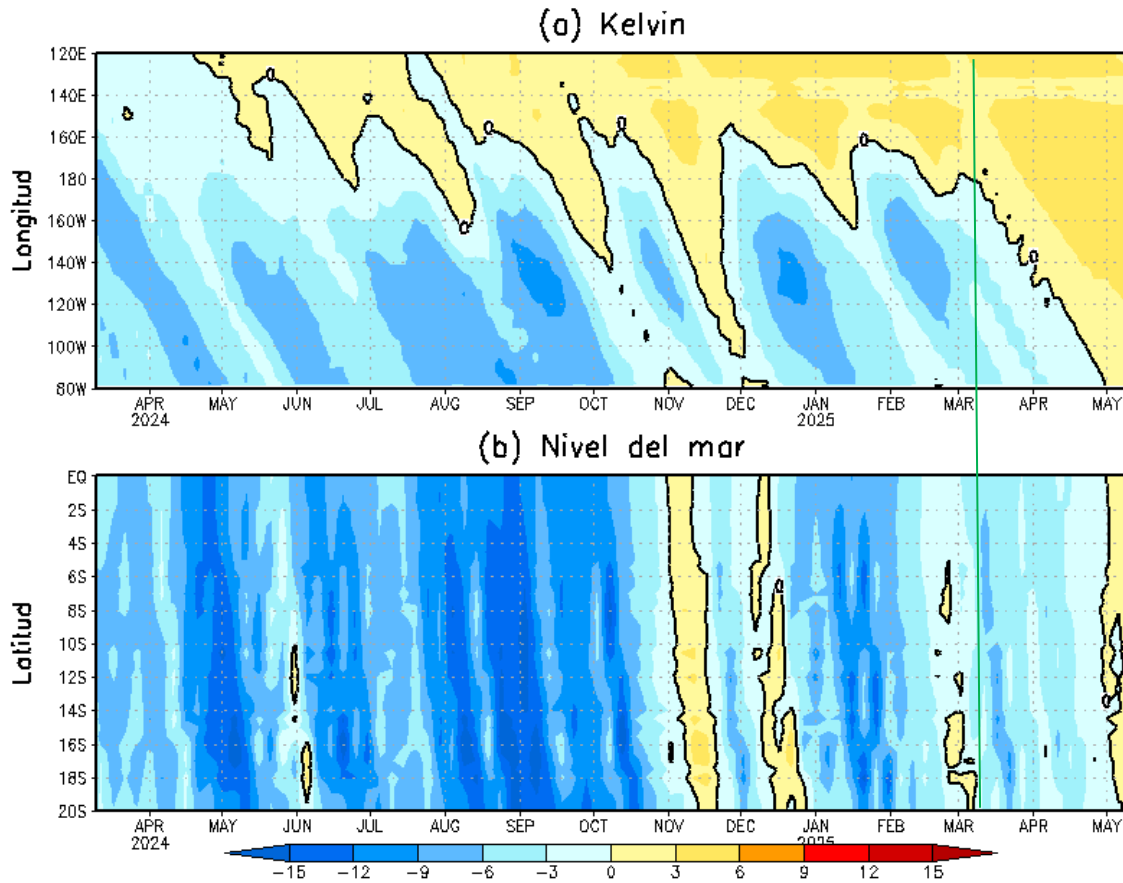


Figura 14. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del reanalysis de NCEP. La línea verde vertical indica el inicio de la simulación del pronóstico con esfuerzo de viento igual a cero. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

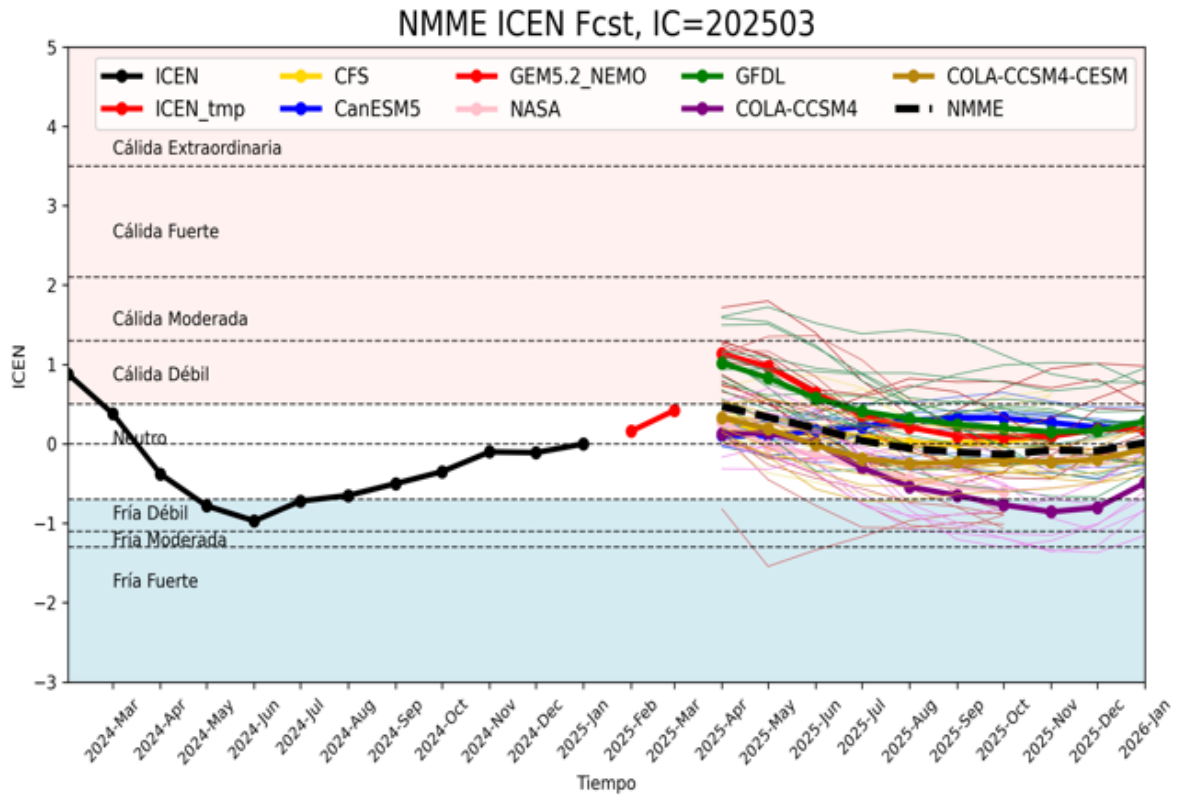


Figura 15. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanSISPS-IC4, GEM5.2_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4, COLA-RSMAS-CCSM4, COLA-RSMAS-CCSM1 tienen como condición inicial marzo de 2025. Fuente: IGP, NOAA, NMME.



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
 y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

NMME - Condiciones Iniciales de marzo 2025

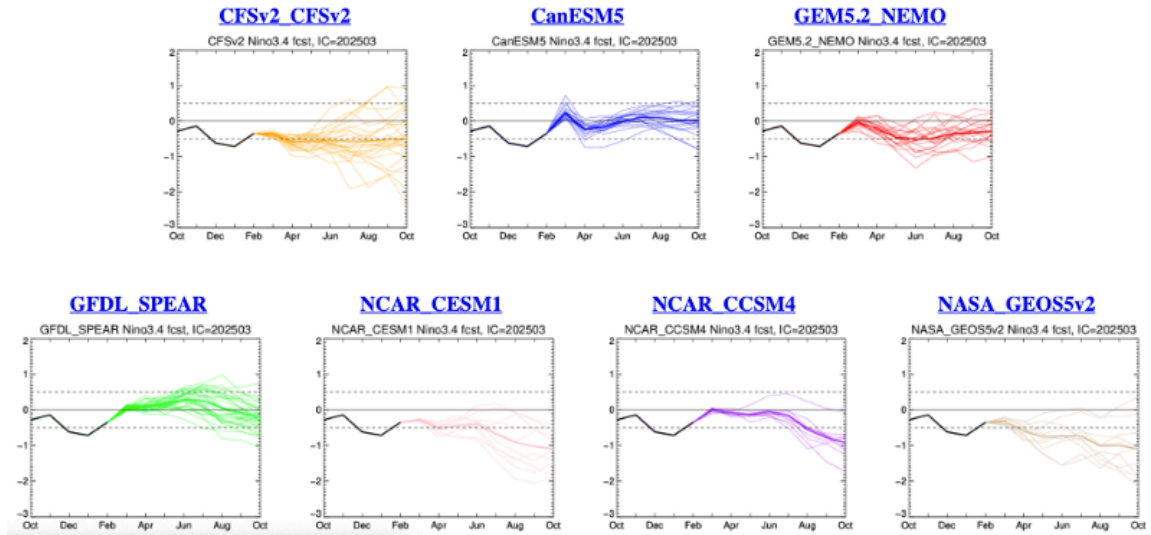


Figura 16. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

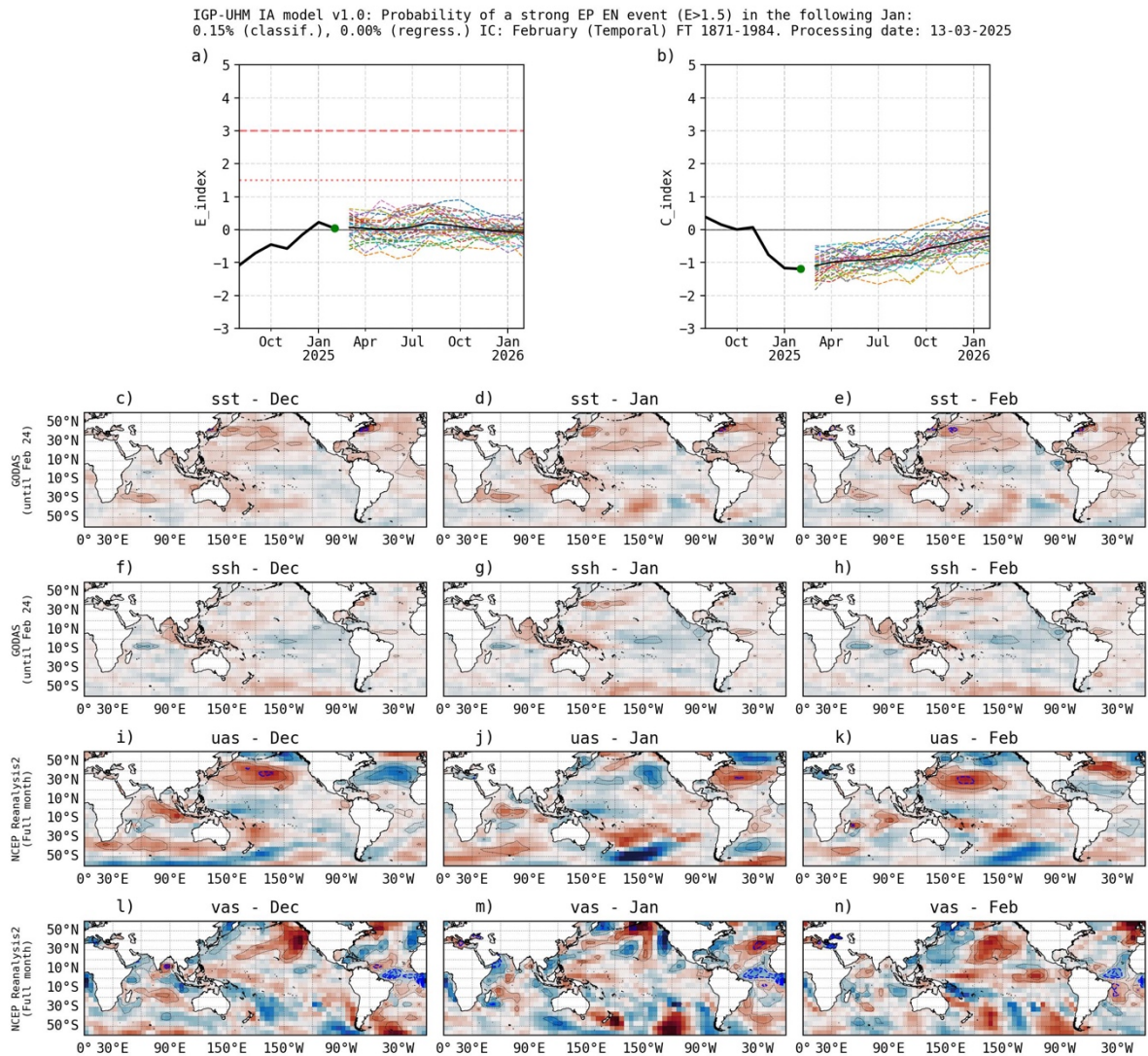


Figura 17. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde agosto de 2024 a febrero de 2025; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde marzo de 2025 a febrero de 2026. (b) Es lo mismo que (a) pero para el índice C (Takahashi et al., 2011). Desde (c) a (n), se muestra la “Explicabilidad” (explainability) de cuatro variables, en anomalías, usadas para el pronóstico: temperatura superficial del mar (primera fila), nivel del mar (segunda fila), viento zonal (tercera fila) y viento meridional (cuarta fila). Estas variables se obtienen de distintos meses: diciembre de 2024 (primera columna), enero de 2025 (segunda columna) y febrero de 2025 (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo.