



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
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/2025-08

16/09/2025

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

Se espera el arribo de ondas de Kelvin frías a la costa americana hasta finales de octubre e inicios de noviembre. Luego se esperaría el arribo de una onda de Kelvin cálida.

El Índice Costero El Niño (ICEN) correspondiente a julio se mantendría en la categoría Neutra (0.17), al igual que los ICEN temporales (ICEN-tmp) de agosto (-0.02) y setiembre (-0.23). Asimismo, el promedio de los pronósticos de los modelos climáticos de NMME indican, a la fecha, que las anomalías de la temperatura superficial del mar frente a la costa norte y centro del Perú se mantendrían dentro de la categoría Neutra hasta marzo de 2026; sin embargo, a partir de abril de 2026, los modelos pronostican el desarrollo de un evento El Niño costero.

En el Pacífico central, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de julio (-0.17) corresponde a la categoría Neutra. Los valores del ONI temporales de agosto (-0.36) y setiembre (-0.67), corresponden a las categorías Neutra y Frías Débiles, respectivamente. El promedio de los pronósticos de los modelos climáticos de NMME indican el desarrollo de un evento La Niña en el Pacífico central de magnitud débil, el cual se iniciaría en setiembre y concluiría en enero de 2026. Posteriormente, se observa una tendencia positiva del ONI que alcanza la categoría Cálida Débil en junio de 2026.



“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 julio de 2025, el cual, en relación a los meses anteriores, se mantiene en la categoría Neutra (Tabla 1, Figura 1a). Cabe señalar que para el cálculo del último ICEN se utiliza la publicación actual en la web del archivo de ERSSTv5, cuyo último valor (“dato en tiempo real”) siempre cambiará en el siguiente mes. 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 julio de 2025 también se mantiene en la categoría Neutra (Tabla 1, Figura 1a). Es importante señalar que para el cálculo del ICENr se utilizan los datos que son denominados como “datos en tiempo real”.

Tabla 1. Valores recientes del ICEN e ICENr.

Año	Mes	ICEN	Categoría	ICENr	Categoría ¹
2025	Febrero	0.45	Neutra	-0.07	Neutra
2025	Marzo	0.72	Cálida Débil	0.20	Neutra
2025	Abril	0.46	Neutra	0.13	Neutra
2025	Mayo	0.18	Neutra	-0.12	Neutra
2025	Junio	0.11	Neutra	-0.13	Neutra
2025	Julio	0.17	Neutra	-0.06	Neutra

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 agosto y setiembre de 2025, continúan en la categoría Neutra, pero con una tendencia negativa (Tabla 2, Figura 1a).

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”

Tabla 2. Valores del ICEN temporales.

Año	Mes	ICENtmp	Categoría	ICENrttmp	Categoría
2025	Agosto	-0.02	Neutra	-0.24	Neutra
2025	Setiembre	-0.23	Neutra	-0.43	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 julio de 2025 es -0.17 °C, el cual se mantiene dentro de la categoría Neutra² (Tabla 3, Figura 1b). Por otro lado, el ONI relativo (RONI³, por sus siglas en inglés; L'Heureux et al., 2024) del mismo mes, igualmente, se encuentra en la categoría Neutra (Tabla 3 y 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
2025	Marzo	-0.19	Neutra	-0.68	Fría Débil
2025	Abril	-0.09	Neutra	-0.53	Fría Débil
2025	Mayo	-0.11	Neutra	-0.49	Neutra
2025	Junio	-0.08	Neutra	-0.40	Neutra
2025	Julio	-0.17	Neutra	-0.46	Neutra

Los valores temporales del ONI (ONItmp) de agosto y setiembre se localizan en las categorías Neutra y Fría Débil, respectivamente; mientras que los temporales del RONI (RONItmp) de los mismos meses, indican las categorías Fría Débil y Fría Moderada, respectivamente (Tabla 4, Figura 1b). Ambos índices muestran una tendencia negativa.

Tabla 4. Estimados del ONItmp y RONItmp

Año	Mes	ONItmp	Categoría	RONItmp	Categoría
2025	Agosto	-0.36	Neutra	-0.65	Fría Débil
2025	Setiembre	-0.67	Fría Débil	-1.01	Fría Moderada

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En agosto y las primeras semanas de setiembre, si bien los valores de la anomalía de la TSM (ATSM) diaria en la región Niño 3.4 (panel superior de la Figura 2) se localizaron dentro de su rango normal, estos presentaron una tendencia negativa. De manera similar, en la región Niño 1+2 (panel inferior de la Figura 2), la ATSM también se ubicó dentro del rango normal, pero mostró un cambio brusco hacia valores negativos desde la quincena hasta casi fines de agosto para luego mostrar una tendencia positiva gradual.

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”

En los últimos 30 días, la información de TAO (Figura 3) y ARGO (Figura 4) resalta, en promedio, que la termoclina está ligeramente menos profunda de lo normal entre 170°E y 110°W. Por otro lado, los datos diarios del esfuerzo de viento provenientes de CMEMS (Figura 5a) mostraron que desde la segunda semana de agosto se desarrolló un pulso de viento del este entre 170°E y 135°W, el cual tuvo un máximo valor en la tercera semana. El extremo oriental de la piscina caliente (línea morada continua en los paneles de la Figura 5) se localiza cerca de su posición climatológica (línea morada entre cortada en los paneles de la Figura 5). El producto OSTIA (Figura 5d) resalta que en la zona occidental la ATSM en la franja ecuatorial sigue incrementándose; mientras que en la zona oriental ha disminuido.

Los valores de OLR (Outgoing Longwave Radiation), variable relacionada a la actividad convectiva, hasta el 22 de agosto fueron superiores a su climatología en la región [170°E-140°W, 5°S-5°N]; mientras que en la región [170°-100°W, 5°S-5°N] oscilaron alrededor del rango climatológico, tal como se observa en la Figura 6 y Figura 7.

Según la información de altimetría satelital a lo largo de la franja ecuatorial, se observa la presencia de ondas de Kelvin frías en el Pacífico central y oriental (Figura 8a). Por otro lado, en la zona occidental (al oeste de 170°E) se observa una onda de Kelvin cálida (ver Figura 3). En relación a las ondas de Rossby (Figura 8b), siguen presentes las del tipo cálida en la zona occidental, las que se han intensificado desde la quincena de agosto (Figura 4). De la misma forma, la información de los flotadores ARGO, a lo largo de la franja ecuatorial, muestra la presencia de ondas de Kelvin frías, en la zona central y oriental; y una onda de Kelvin cálida en la zona occidental (Figura 5b).

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

A lo largo de la costa peruana, dentro de los 100 km, si bien se observan anomalías positivas del nivel del mar, estas, en agosto e inicios de setiembre, mostraron una tendencia negativa (Figura 9b). Según la información satelital, promediada dentro de los 300 km, se observó una normalización de la temperatura del mar aunque a fines de agosto y lo que va de setiembre, en el extremo norte de la costa del Perú (Tumbes) se observó un incremento de la ATSM (Figura 10). La información cada 5 días del flotador ARGO No. 6903002 más cercano a la costa norte (alrededor de las 25 mn y frente a Ecuador) muestra que la anomalía de la temperatura del mar, generada con la climatología de GODAS (ORAS5/IMARPE), dentro de los 50 metros de la capa superior, tiene valores positivos (negativos/negativos), pero por debajo de esta se aprecia una tendencia a la normalización (Figura 11).

Pronóstico de ondas de Kelvin

El desarrollo de un nuevo pulso de viento del este (Figura 5a) en el Pacífico central durante agosto podría contribuir, mediante la formación de ondas de Kelvin frías, a la disminución anómala de la temperatura del mar frente a la costa americana hasta, por lo pronto, noviembre (Figura 8a). Luego, existe la posibilidad que arribe una onda de Kelvin cálida que, actualmente, se observa en el extremo occidental (Figura 8a). El pulso de viento de agosto, también podría formar ondas de Rossby cálidas que se desplazarían al oeste, sumándose a las otras ondas del mismo tipo que se habrían formado durante julio, que ya se observarían en la información satelital. De no desarrollarse más pulsos de viento anómalos relevantes, este conjunto de ondas de Rossby contribuirían al incremento del contenido de calor en la zona occidental y se reflejarían como ondas de Kelvin cálidas que, de tener suficiente energía, iniciarían su arribo a la costa peruana a fines de enero o principios de febrero de 2026. De darse este escenario, existe la probabilidad de que estas ondas de Kelvin contribuyan a un incremento de la temperatura del mar frente a la costa peruana.

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

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 8 de setiembre) y luego con vientos igual a cero para el pronóstico— indican que se espera aún la presencia de ondas de Kelvin frías hasta fines de octubre. Luego se espera el arribo de un paquete de ondas cálidas. Por ahora, no se ven muy intensas (Figuras 45 y 46). Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, el promedio de los pronósticos de los modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanSIPS-IC4, GEM5.2_NEMO, NASA-GEOSS2S, GFDL-SPEAR, COLA-RSMAS-CCSM4 y COLA-RSMAS-CESM1)⁴, con condiciones iniciales de setiembre de 2025, indica que el ICEN se mantendría en la categoría Neutra hasta marzo de 2026, para luego evolucionar hacia condiciones cálidas que se extenderían, por lo pronto, hasta otoño e invierno del mismo año. Esto configuraría un evento El Niño costero para el otoño de 2026; sin embargo. Hay que tener en cuenta la barrera de predictibilidad que provoca que los pronósticos más allá de abril sean menos confiables (ver Tabla 5 y Figura 15).

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

Modelo	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFSv2	-0.49	-0.40	-0.36	-0.18	0.04	0.27	0.42	0.64	-----	-----
CanSIPS-IC4	-0.02	0.03	0.02	-0.02	-0.01	0.05	0.24	0.47	0.68	0.79
GEM5.2_NEMO	-0.30	-0.30	-0.23	-0.07	0.11	0.24	0.29	0.26	0.22	0.22
NASA-GEOSS2S	-0.47	-0.51	-0.54	-0.49	-0.22	0.15	0.52	-----	-----	-----
GFDL-SPEAR	-0.04	-0.03	-0.04	0.07	0.31	0.55	0.78	0.96	1.12	1.20
COLA-RSMAS-CCSM4	-0.43	-0.39	-0.35	-0.27	-0.07	0.21	0.54	0.94	1.38	1.69
COLA-RSMAS-CESM1	-0.32	-0.19	-0.11	-0.02	0.15	0.41	0.73	1.00	1.24	1.45
Promedio										
NMME	-0.30	-0.26	-0.23	-0.14	0.04	0.27	0.50	0.71	0.93	1.07

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), los modelos de NNME pronostican: 1) condiciones frías débiles hasta enero de 2026, 2) condiciones neutras entre febrero y mayo de 2026 y, por lo pronto, 3) condiciones cálidas para junio y julio de 2026 (ver Tabla 6 y Figura 16). Esto sería consecuencia de una tendencia positiva que se observaría desde noviembre de 2025.

El modelo de IA del IGP, con condiciones iniciales de agosto de 2025, indica que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), muestra en promedio valores negativos hasta marzo de 2026, luego se observan valores positivos que se extienden hasta, por lo pronto agosto de 2026. Esto es parte de una tendencia positiva que se iniciaría en noviembre del año en curso. A la fecha, la probabilidad de que se desarrolle un evento El Niño E fuerte para enero es de 0.14 % (Figura 17a) Por otro lado, en lo que respecta al índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), este muestra valores negativos constantes que se extienden, por lo pronto, hasta agosto de 2026, aunque también con una tendencia positiva (Figura 17b).

⁴ A la fecha, no se tuvo información el modelo GFDL_SPEAR2.

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

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

Modelo	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFSv2	-0.59	-0.73	-0.67	-0.46	-0.17	0.08	0.28	0.46	-----	-----
CanSIPS-IC4	-0.63	-0.61	-0.48	-0.24	0.00	0.19	0.34	0.45	0.52	0.51
GEM5.2_NEMO	-0.82	-0.94	-0.89	-0.73	-0.56	-0.42	-0.25	-0.06	0.16	0.32
NASA-GEOSS2S	-1.43	-1.61	-1.46	-1.00	-0.72	-0.39	-0.13	-----	-----	-----
GFDL-SPEAR	-0.40	-0.51	-0.52	-0.34	-0.04	-0.27	-0.45	0.62	0.74	0.82
COLA-RSMAS-CCSM4	-0.73	-0.87	-0.90	-0.75	-0.48	-0.16	0.12	0.34	0.58	0.87
COLA-RSMAS-CESM1	-0.74	-0.84	-0.79	-0.63	-0.42	-0.19	0.02	0.25	0.52	0.85
Promedio										
NMME	-0.76	-0.87	-0.82	-0.59	-0.34	-0.17	-0.01	0.34	0.50	0.67

Conclusiones

Si bien los valores del ICEN e ICENr de julio, así como sus temporales de agosto y setiembre, se mantienen en la categoría Neutra, se observa una tendencia negativa que se aproxima a las condiciones frías. De la misma forma, los valores El ONI, el RONI y sus respectivos temporales también muestran la misma tendencia, pero ya estarían ingresando a las condiciones frías.

La actual actividad de las ondas de Kelvin frías, forzadas por los pulsos de vientos del este, podría contribuir, a disminuir o mantener la temperatura por debajo de lo normal en la zona oriental del Pacífico hasta noviembre. Las ondas de Rossby cálidas, forzadas por los mismos pulsos de vientos señalados líneas arriba, podrían contribuir a mantener el contenido de calor en la zona occidental reflejándose luego como ondas de Kelvin cálidas que, de mantener su energía y de no haber otros pulsos de vientos relevantes, podrían arribar a la costa americana a mediados del verano de 2026.

En cuanto a las proyecciones climáticas en la región Niño 1+2, basadas en el promedio de los pronósticos de los modelos de NMME, se esperan condiciones dentro del rango normal hasta fines del verano de 2026, pero con una tendencia positiva desde diciembre de 2025. Para el otoño e inicios de invierno los modelos pronostican el desarrollo de un evento El Niño costero, por ahora, de magnitud débil. Sabemos que, debido a la barrera de predictibilidad, los pronósticos más allá de abril son menos confiables (Reupo y Takahashi, 2014); sin embargo, esta tendencia sigue siendo simulada por NMME desde junio y, además, la dispersión de los pronósticos se ubica principalmente en las condiciones cálidas. De darse este escenario, existiría, de alguna manera, la probabilidad de lluvias por encima de lo normal entre marzo y abril (Lagos et al., 2008; Lavado-Casimiro & Espinoza, 2014; Sulca et al., 2017).

En lo que respecta al Pacífico central, el promedio de los modelos de NMME pronostica el desarrollo de un evento La Niña que se iniciaría en setiembre y concluiría en enero de 2026. Estas condiciones frías podrían influir en el normal desarrollo de las precipitaciones en los Andes del sur y centro del Perú durante noviembre (Lagos et al., 2008; Lavado-Casimiro & Espinoza, 2014; Sulca et al., 2017). Al igual que los pronósticos en la región Niño 1+2, se pronostica una tendencia positiva desde diciembre, la cual se mantiene, por ahora, hasta julio de 2026. Esto conlleva a un escenario cálido a partir de junio de 2026.

“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 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”

- **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”

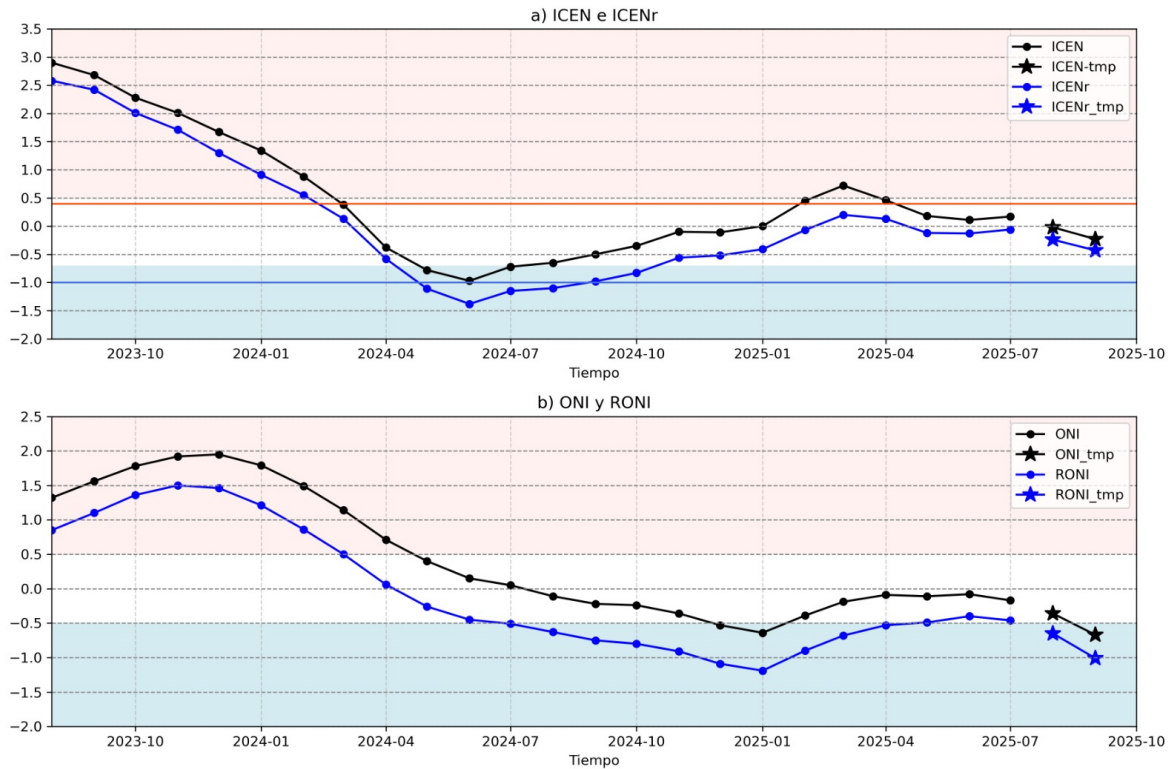


Figura 1. Series de tiempo del (a) ICEN (línea con punto de color negro) e ICENr (línea con punto de color azul), así como sus temporales (con estrellas del mismo color), y (b) igual que (a) pero para el ONI y RONI. El fondo de color rosado (celeste) indica condición cálida (fría) para el ICEN (ONI y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

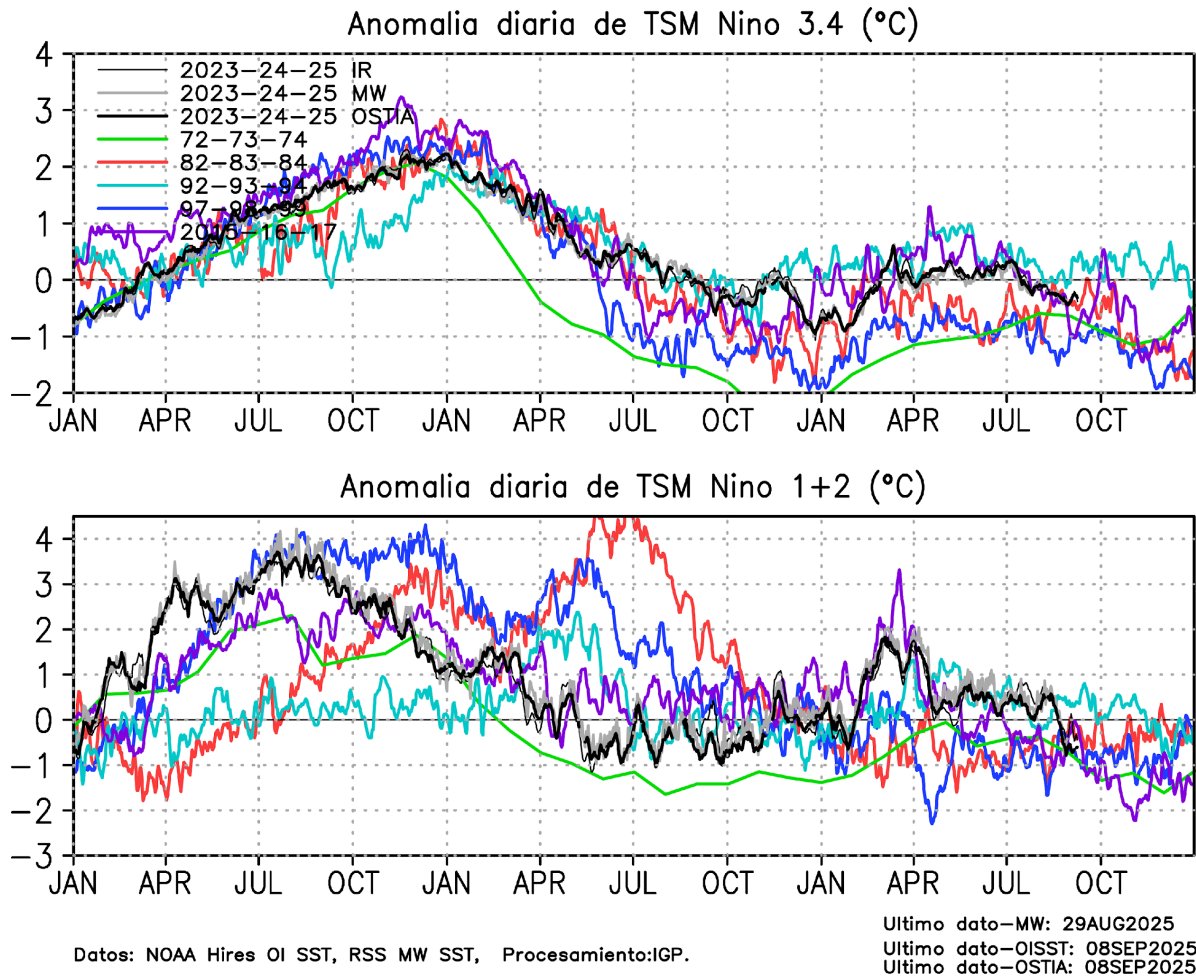


Figura 2. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente.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

Five Day Zonal Wind, SST, and 20°C Isotherm Depth Anomalies 2°S to 2°N Average

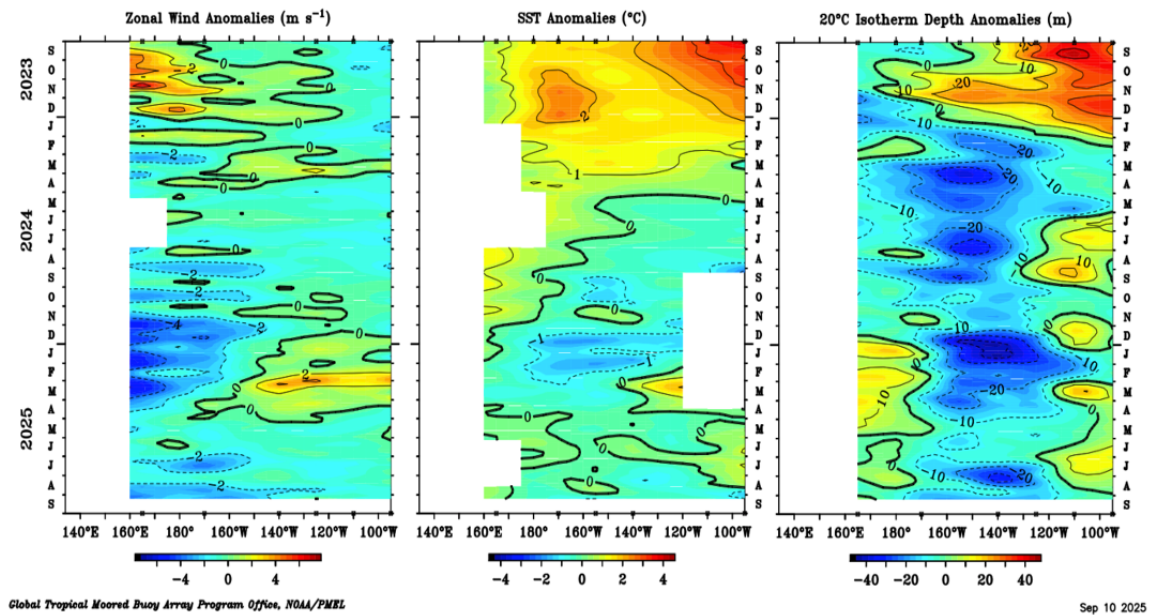


Figura 3. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (panel izquierdo), de la temperatura superficial del mar (panel central) y de la profundidad de la isoterma de 20 °C (panel derecho) y a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen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

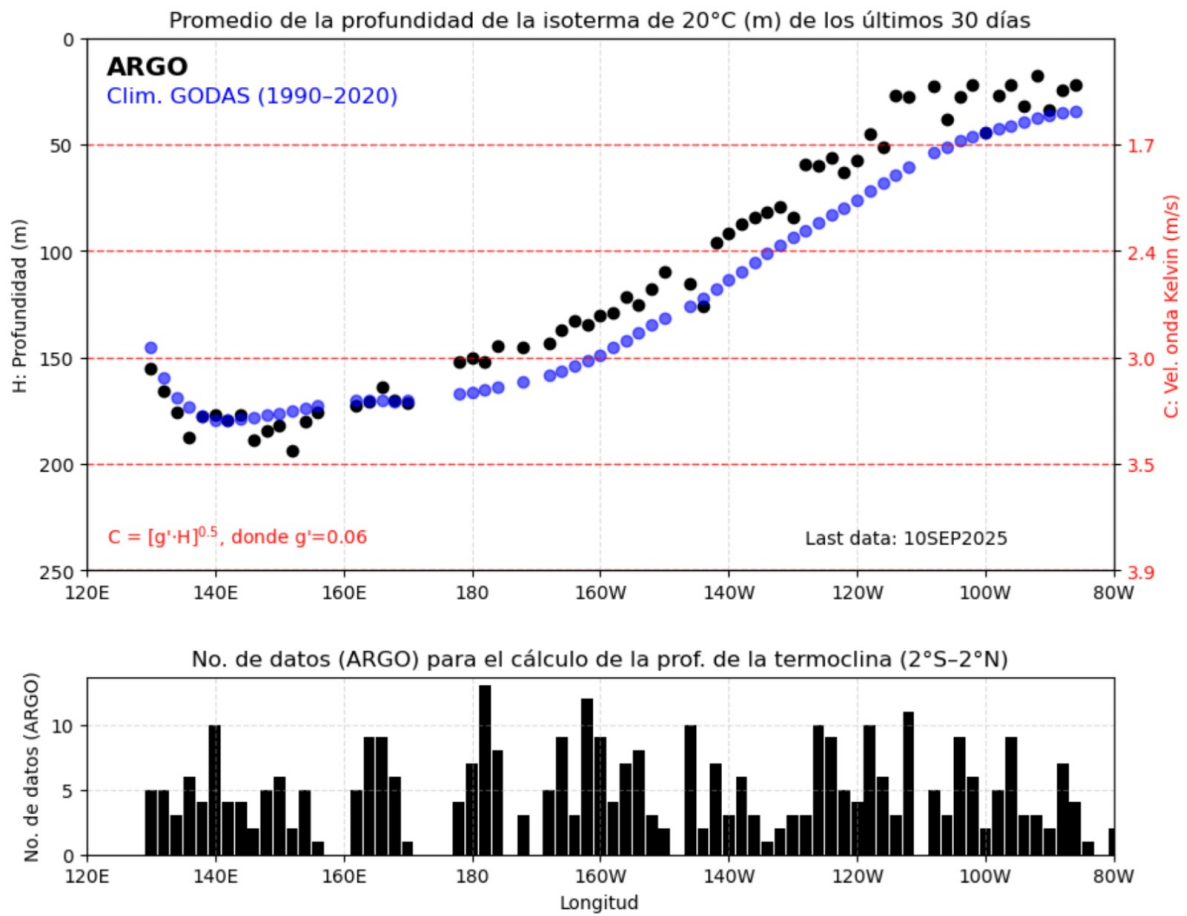


Figura 4. Profundidad de la isoterma de 20°C, como promedio de los últimos 30 días. Fuente ARGO. Elaborado por el IGP.

“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”

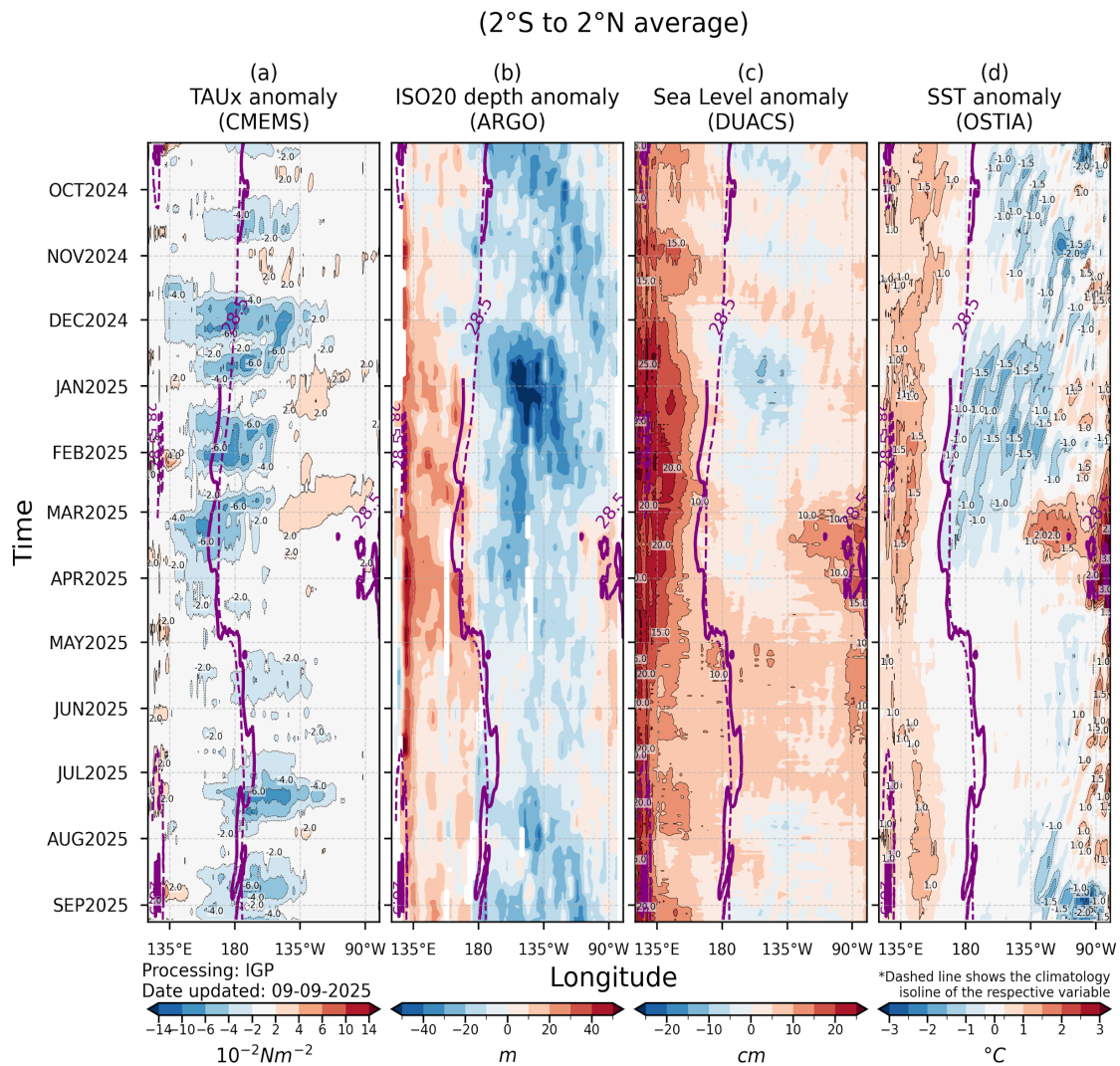


Figura 5. Diagrama longitud-tiempo en la franja ecuatorial de las anomalías, de izquierda a derecha, a) del esfuerzo de viento zonal (CMEMS), b) de la profundidad de la termoclina (ARGO), c) del nivel del mar (DUACS) y d) de la temperatura del mar (OSTIA). La línea morada continua (entrecortada) indica 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”

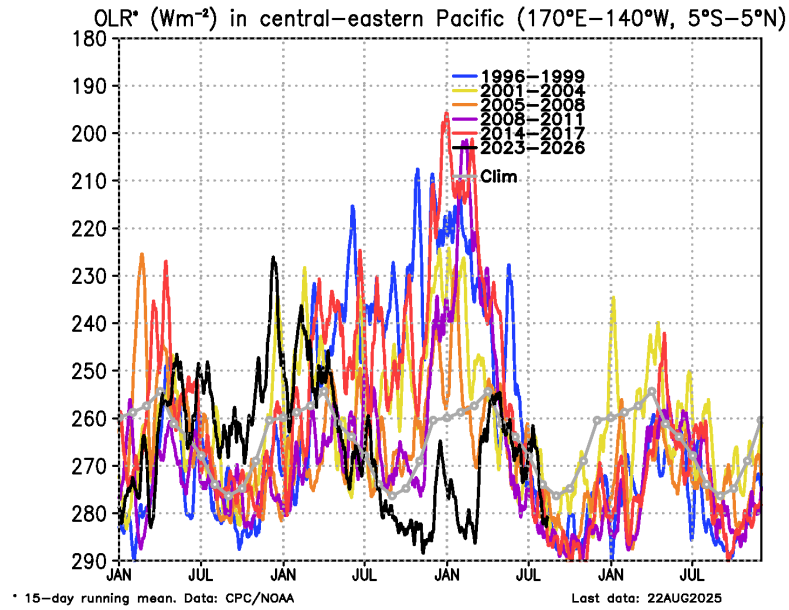


Figura 6. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}E-140^{\circ}W$ y $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.



“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”

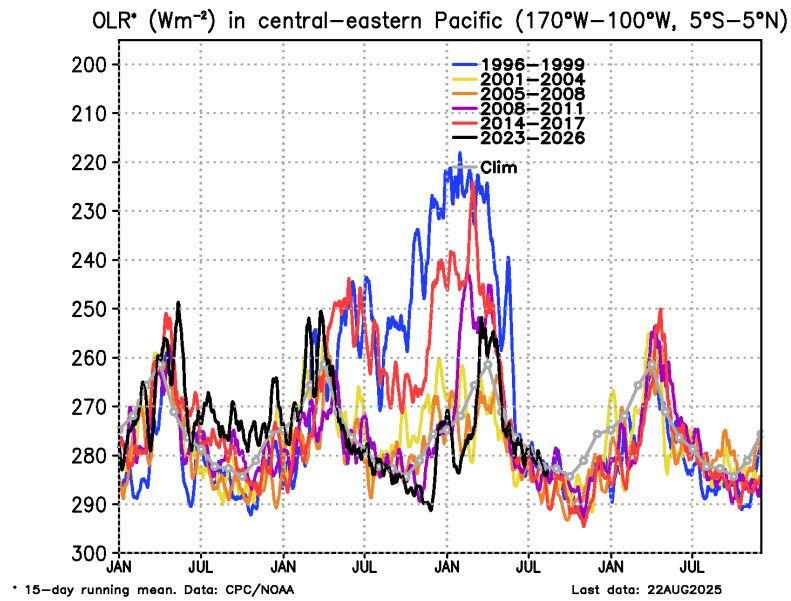


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W-100°W y 5°S-5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

“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”

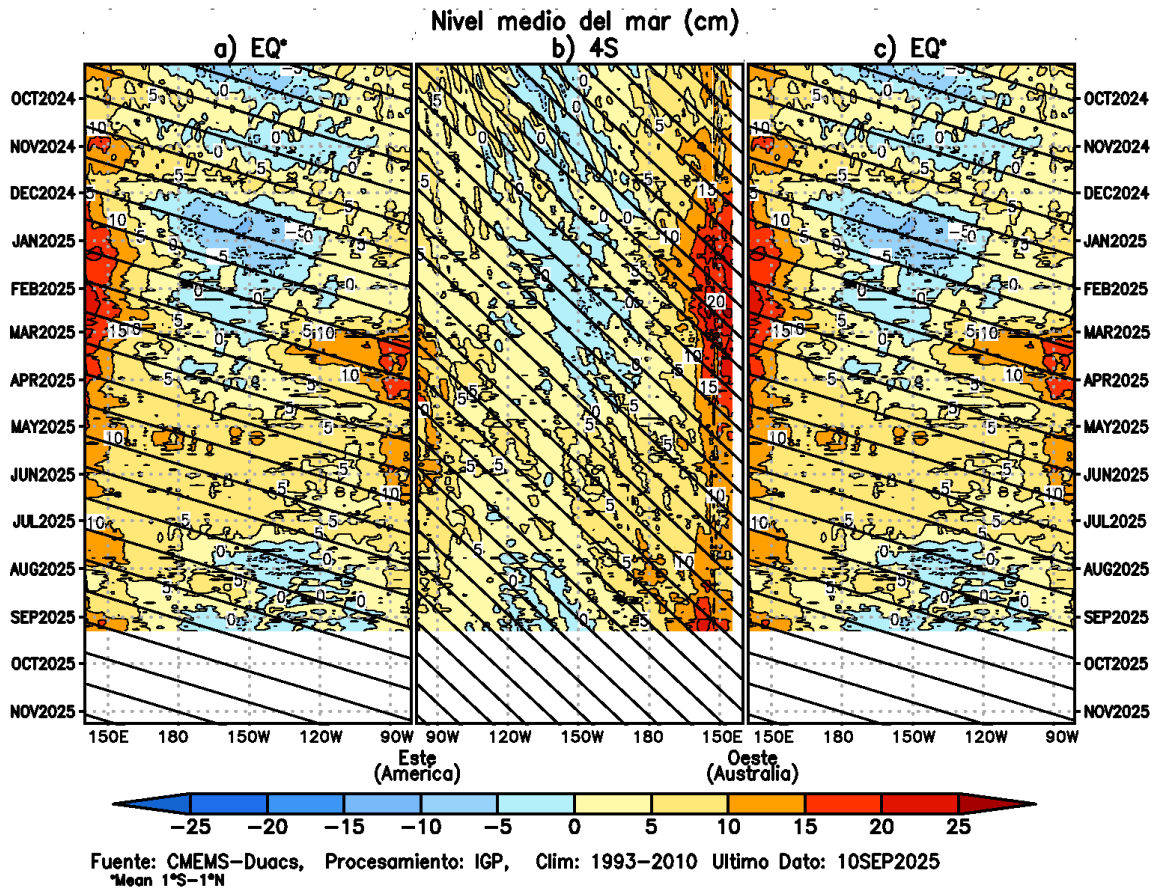


Figura 8. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°S, pero con el eje zonal de este a oeste.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

“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”

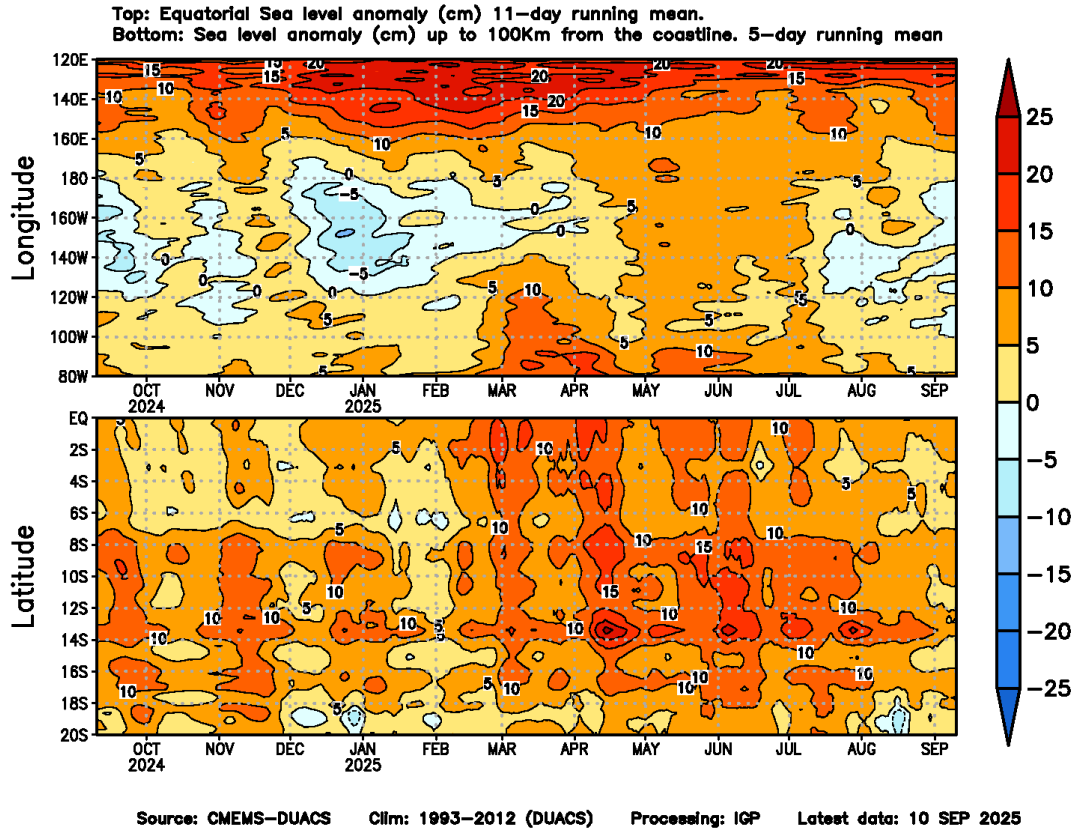


Figura 9. Anomalia del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Las unidades están en centímetros. Elaborado por el IGP.



“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”

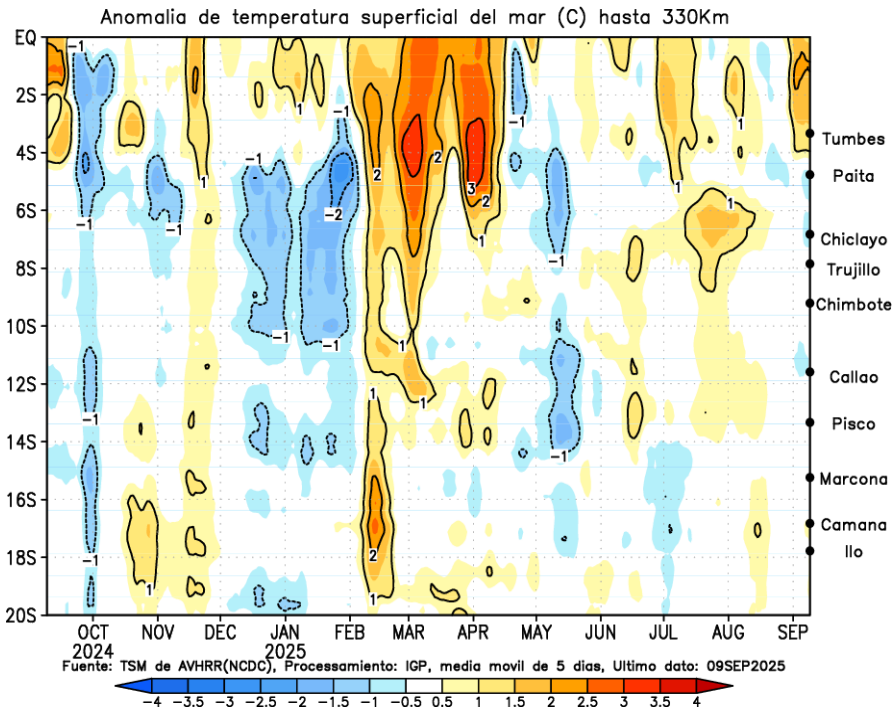


Figura 10. Anomalia de la TSM dentro de los 300 km de la costa peruana. Elaborado por el IGP.

“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”

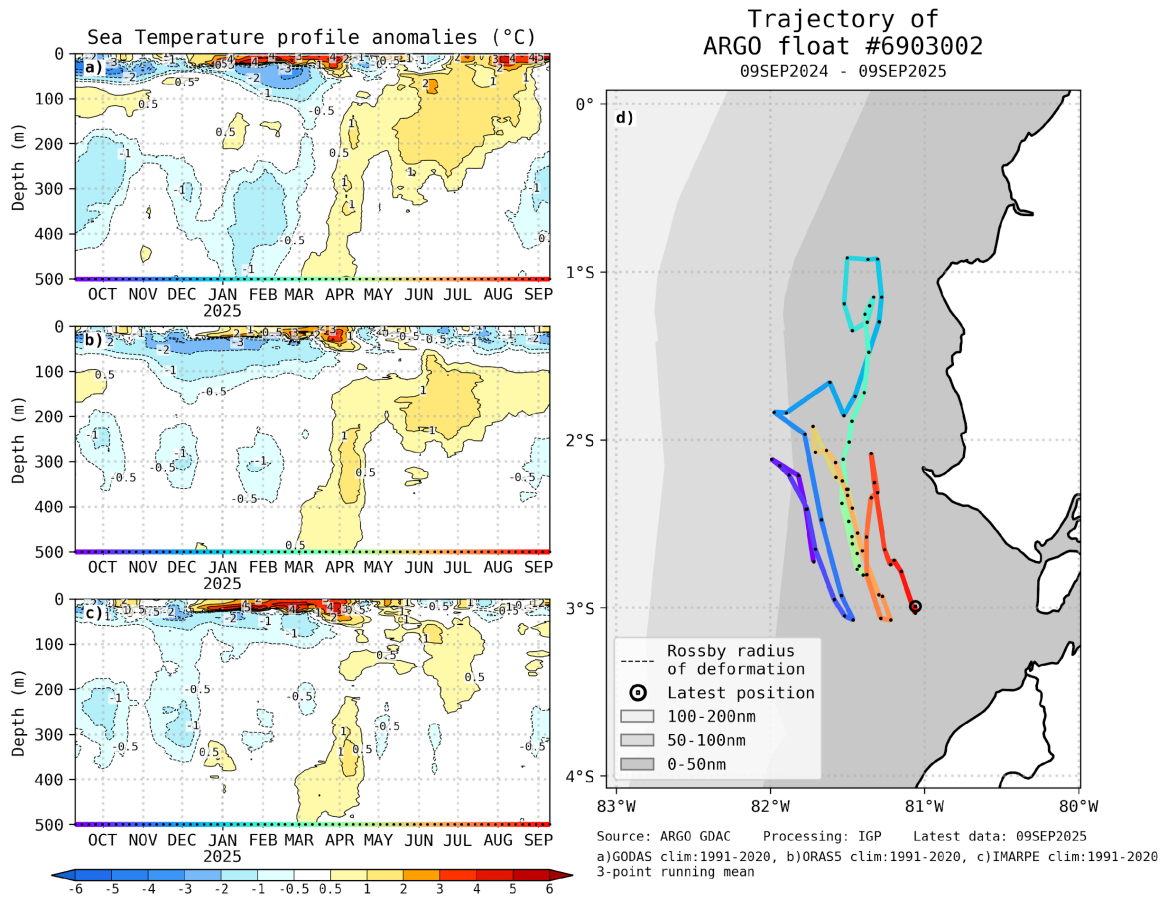


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Estas anomalías se calculan en base a la climatología 1991-2020 para GODAS (a) e IMARPE (c), y 1981-2010 para (b) SODA. A la derecha se 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”

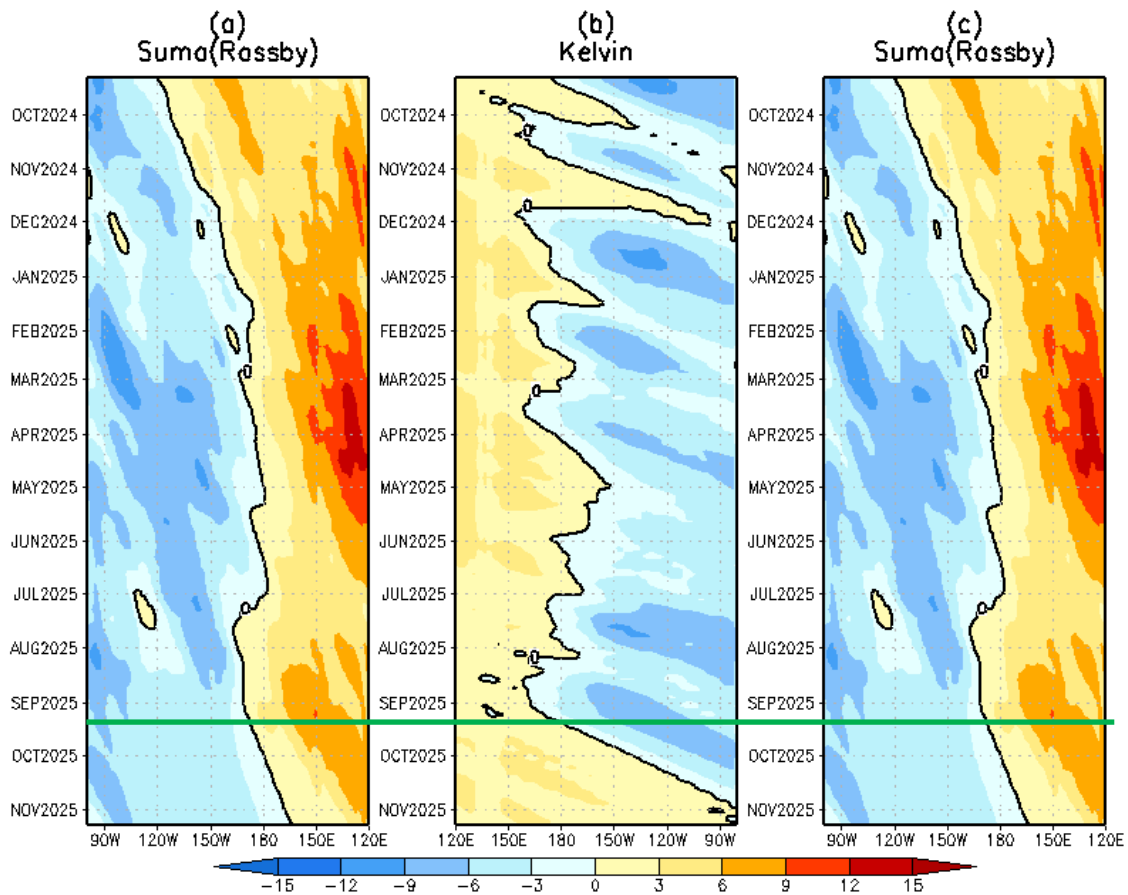


Figura 12. Diagrama longitud-tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOM), forzando por NCEP y termoclina constante. La línea verde horizontal indica el inicio de la simulación del pronóstico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

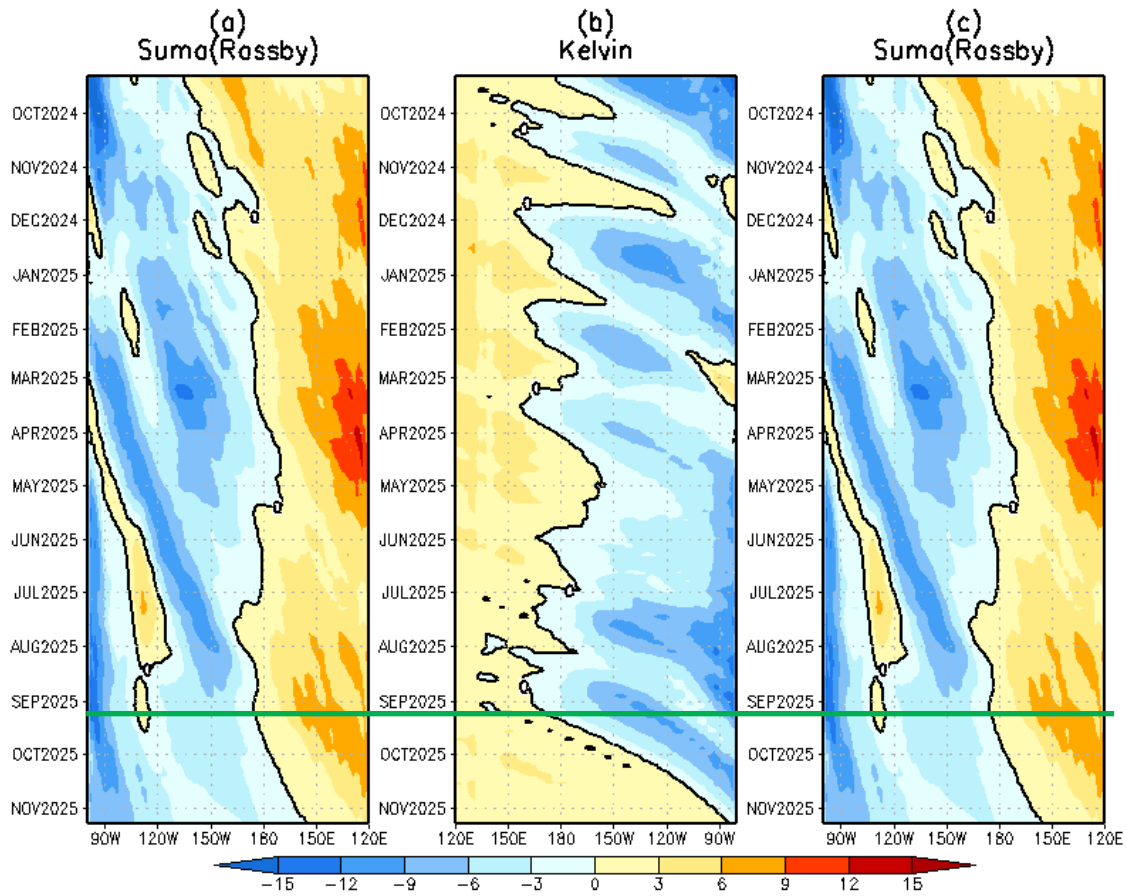


Figura 13. Igual que la Figura 12 pero el modelo es forzado con termoclina variable. Elaborado por el IGP.

“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”

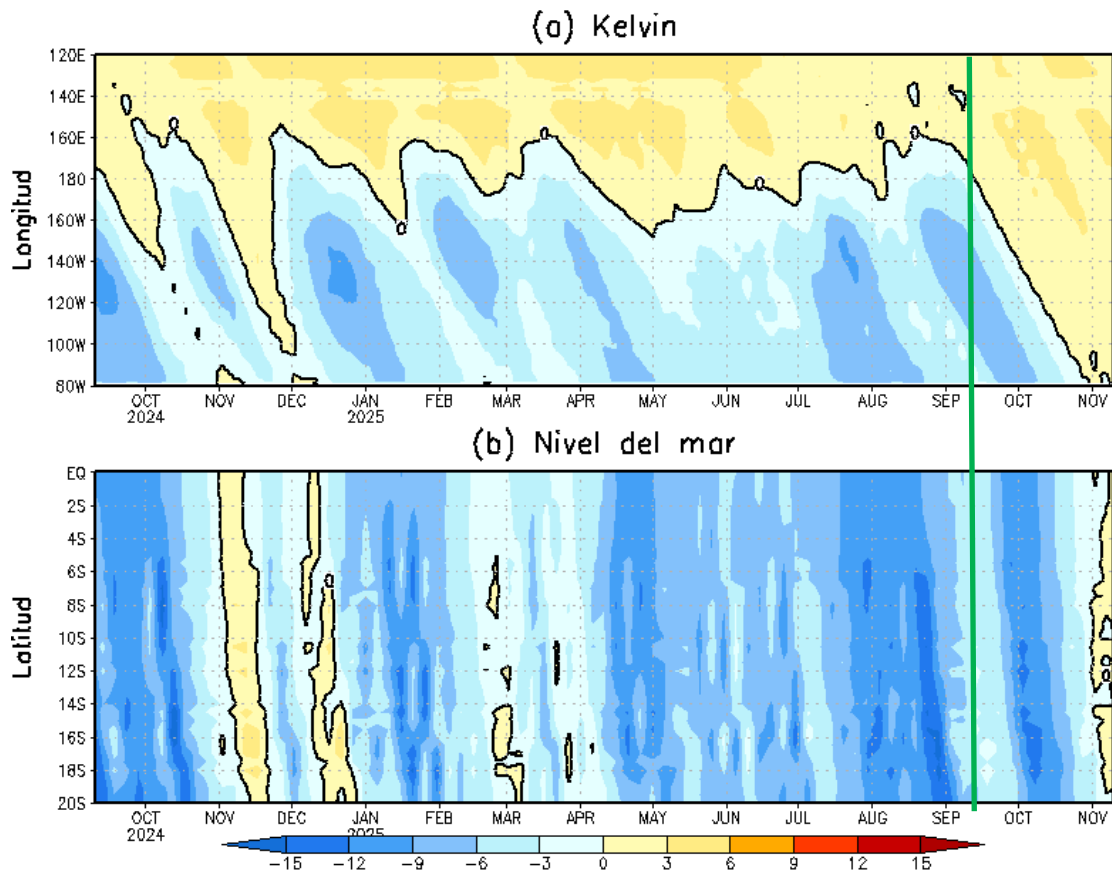


Figura 14. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del reanalysis 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”

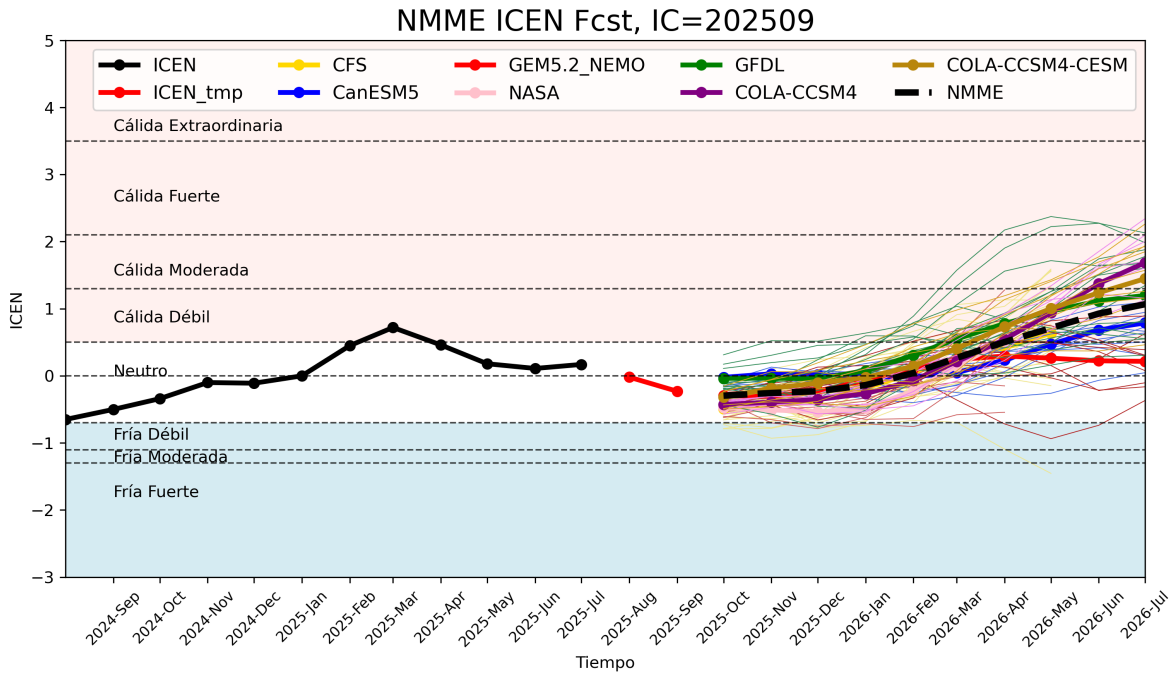


Figura 15. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanSIPS-IC4, GEM5.2_NEMO, NASA-GEOS2S, GFDL-SPEAR, COLA_CCSM4 y COLA_CESM1 tienen como condición inicial el mes de setiembre 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”

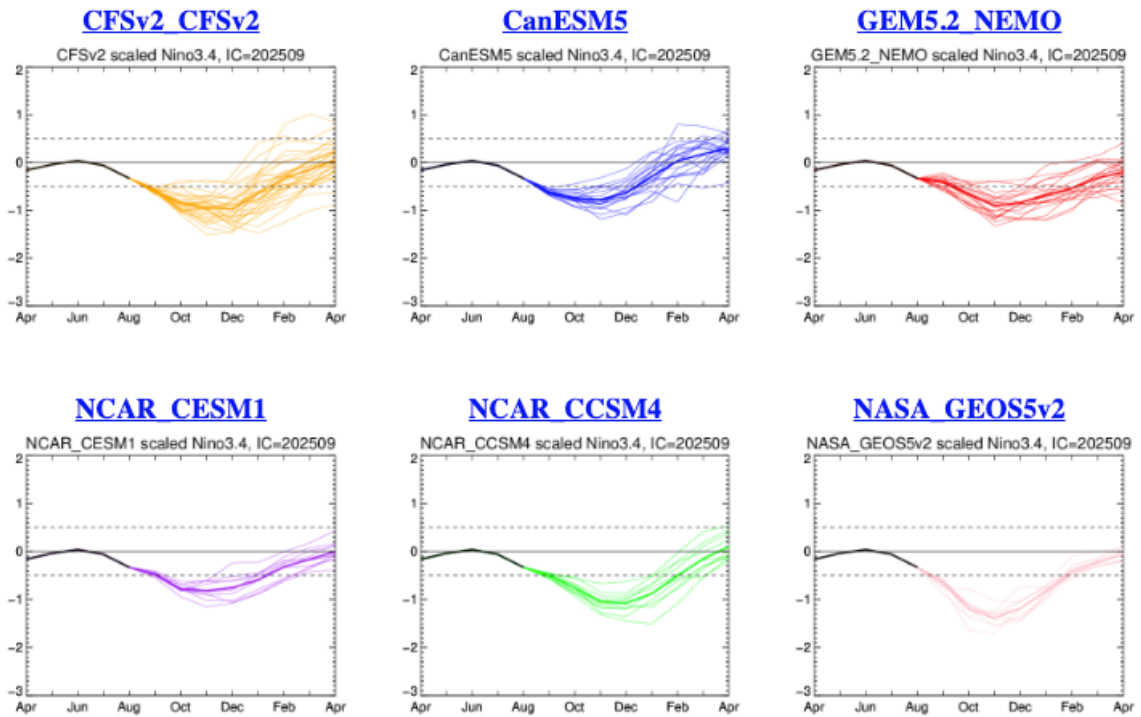


Figura 16. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.

“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”

IGP-UHM IA model v1.0: Probability of a strong EP EN event ($E > 1.5$) in the following Jan: 0.14% (classif.), 0.00% (regress.) IC: August (Temporal) FT 1871-1984. Processing date: 14-09-2025

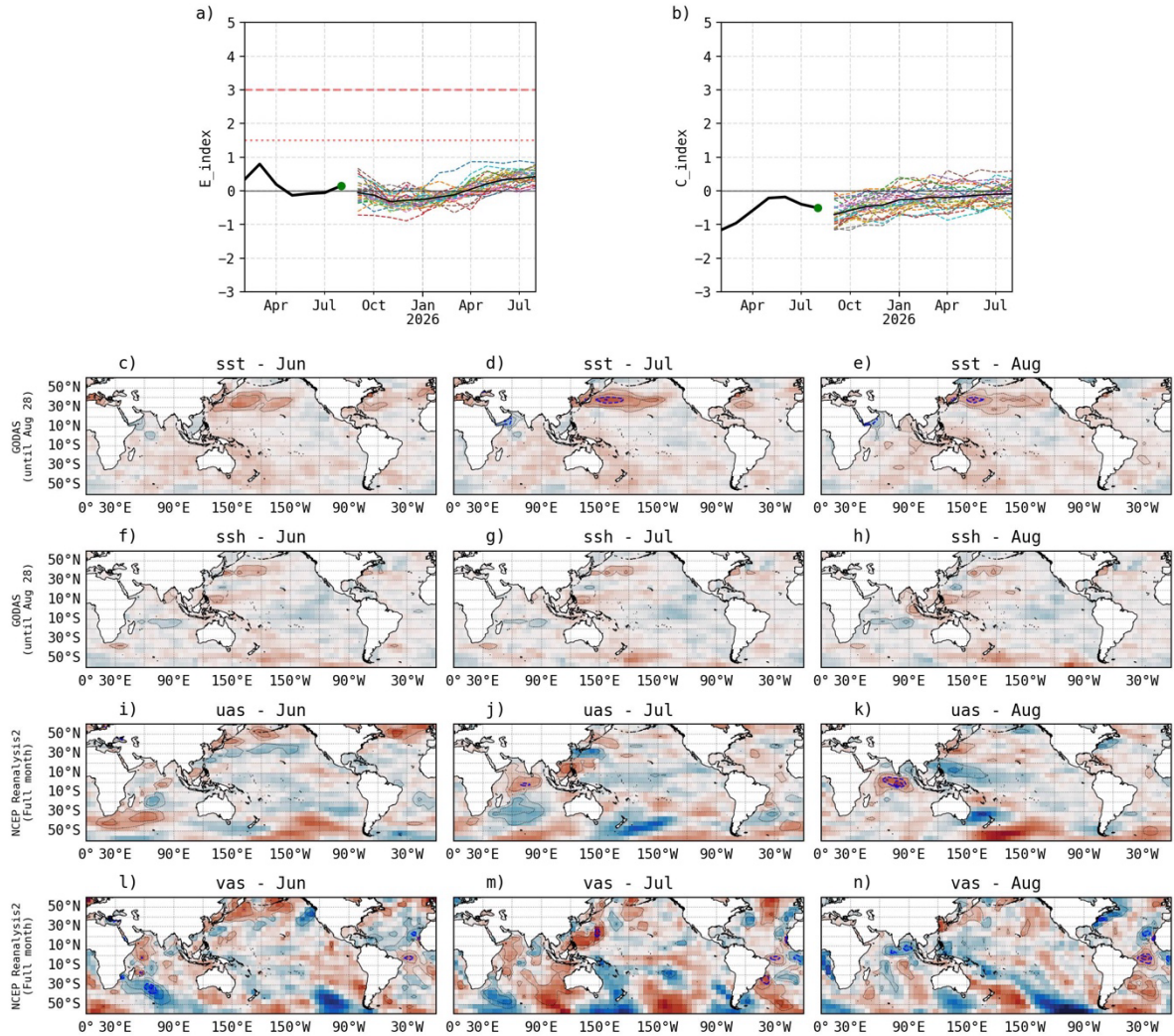


Figura 17. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde febrero de 2025 a agosto de 2025; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde setiembre de 2025 a agosto 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: junio de 2025 (primera columna), julio de 2025 (segunda columna) y agosto de 2025 (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo. Elaborado por el IGP.