



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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/2022-08

15/09/2022

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). El pronunciamiento colegiado de la comisión multisectorial del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

Resumen

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), en el mes de julio se presentó la condición climática fría débil ($-1.03\text{ }^{\circ}\text{C}$). Los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de agosto ($-0.88\text{ }^{\circ}\text{C}$) y setiembre ($-0.74\text{ }^{\circ}\text{C}$) corresponden a condiciones neutras. Con respecto al Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de julio ($-0.81\text{ }^{\circ}\text{C}$), y los valores temporales (ONI-tmp) de agosto ($-0.87\text{ }^{\circ}\text{C}$) y setiembre ($-0.98\text{ }^{\circ}\text{C}$), coinciden en indicar una condición fría débil. Conforme a las observaciones, *in situ* y satelital, el paquete de ondas de Kelvin frías habría iniciado su arribo a la costa sudamericana en agosto. Por otro lado, según los resultados de los modelos de ondas, un nuevo paquete de ondas de Kelvin frías se estaría formando y uniendo al paquete existente.

El promedio de las predicciones de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de setiembre de 2022— para el Pacífico oriental indica condiciones neutras hasta el mes de abril de 2023. Por otro lado, para el Pacífico central, se esperarían condiciones entre frías débiles y frías moderadas hasta el mes de febrero de 2023, lo que indicaría, según estos resultados, que La Niña en el Pacífico central se extendería hasta mediados del verano 2022-2023. Esto podría significar, de acuerdo a las investigaciones científicas, la deficiencia (exceso) de lluvias en los Andes durante noviembre (verano).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Introducción

Empezando el año 2016, en el marco del programa presupuestal 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres", algunas instituciones que conforman la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), bajo la coordinación del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), participan en el producto "Estudios para la estimación de los riesgos de desastres", en el cual el IGP contribuye con la actividad denominada "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño". El presente informe técnico se genera en el marco de esta actividad, el cual se entrega al IMARPE, como coordinador de la actividad y encargado de la presidencia de la comisión multisectorial, para contribuir a la evaluación periódica que dicha comisión realiza. El informe técnico, generado posteriormente por la comisión multisectorial, será el documento oficial sobre el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño/La Niña en el Perú.

Índice Costero El Niño

Utilizando la versión 5 de la información reconstruida y extendida de la temperatura superficial del mar (TSM), denominada ERSSTv5, se calculó el ICEN (región Niño 1+2) para julio de 2022, el cual indica una condición fría débil (ver Tabla 1). Para el cálculo del ICEN se utilizan los datos que son denominados como “datos en tiempo real”, los que cambian en el transcurso de los siguientes meses. Por este motivo, existirán pequeñas discrepancias en el valor del ICEN para los meses anteriores cuando se use la data actualizada.

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

Año	Mes	ICEN	Categoría
2022	Abril	-1.10	Fría Débil
2022	Mayo	-1.36	Fría Moderada
2022	Junio	-1.36	Fría Moderada
2022	Julio	-1.03	Fría Débil

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

Tabla 2. ICEN temporales (ICENtmp) y sus categorías para agosto y setiembre de 2022.

Año	Mes	ICENtmp	Categoría
2022	Agosto	-0.88	Neutro
2022	Setiembre	-0.74	Neutro

Los valores del ICENtmp de agosto y setiembre de 2022, coinciden en indicar condiciones neutras (ver Tabla 2).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Índice Oceánico Niño (ONI)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés) de julio de 2022, actualizado por la NOAA, tiene el valor de -0.81°C , el que corresponde a una condición fría débil¹.

Tabla 3. Valores recientes del ONI. Descarga: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt> (se usan los últimos datos en tiempo real, por lo que puede haber discrepancias para los meses anteriores).

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2022	Abril	-1.08	Fría Moderada
2022	Mayo	-1.00	Fría Moderada
2022	Junio	-0.85	Fría Débil
2022	Julio	-0.81	Fría Débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de agosto y setiembre de 2022, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, coinciden en indicar condiciones frías débiles (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2022	Agosto	-0.87	Fría Débil
2022	Setiembre	-0.98	Fría Débil

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En agosto, las anomalías de la TSM registradas en la región Niño 3.4, en promedio, estuvieron en el rango de fría moderada. Por otro lado, en la región Niño 1+2, la anomalía promedio de la TSM estuvo dentro de las condiciones neutras; sin embargo, para finales de mes e inicios de setiembre, los valores diarios muestran una tendencia hacia las condiciones frías débiles. Según la información de las boyas de TAO, los vientos alisios, en promedio, continuaron más intensos de lo normal, principalmente al oeste de 140°W (Figura 2a). En lo que respecta a la anomalía de la TSM, se mantienen anomalías negativas en casi toda la región ecuatorial (Figura 2b). En lo relacionado a la profundidad de la termoclina, se registraron anomalías negativas entre 160°W y 110°W (Figura 2c). Según los datos de vientos observados (ASCAT) y del *reanalysis* de NCEP, hubieron pulsos de viento del este durante el mes, siendo los más intensos a finales de agosto e inicios de setiembre entre 155°E y 165°W (Figura 3).

Según la información diaria de TAO, la inclinación de la termoclina mantiene una tendencia a estar más inclinada de su posición normal (Figura 5a), mientras que su profundidad promedio —relacionada al contenido de calor— se mostró alrededor de su normal (Figura 5b). En la región oriental, la anomalía promedio de la profundidad de la termoclina, estimada de la información de la boya TAO en 110°W , fue inferior a su climatología, además, para finales de mes, se indica una tendencia negativa (Figura 6).

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 Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

En agosto, la data de OLR (Outgoing Longwave Radiation) —que está relacionada con la convección—, tanto en la zona occidental (170°E - 140°W , 5°S - 5°N) como la oriental (170°W - 100°W , 5°S - 5°N), muestra valores mayores a su climatología. Ver Figura 7 (zona occidental) y Figura 8 (zona oriental).

Conforme a la información de altimetría satelital y de los resultados de los modelos numéricos de ondas en el Pacífico ecuatorial, el paquete de ondas de Kelvin frías habría iniciado su arribo a la costa americana (Figura 4 y 13), aunque la señal en la profundidad de la termoclina muestra una desaceleración conforme se acerca a la costa. Por otro lado, según los resultados de los modelos de ondas, un nuevo paquete de ondas de Kelvin frías, formada en la región occidental por un pulso de viento del este, se estaría uniendo al ya existente.

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Frente a la costa peruana y dentro de las 200 millas náuticas, el promedio de los últimos 30 días indica que los vientos alisios estuvieron más intensos de lo normal en la costa peruana, principalmente al norte de los 8°S . En lo relacionado a la TSM, según OSTIA, se registraron anomalías negativas en toda la región. Con respecto al nivel del mar, del producto DUACS, este mostró anomalías cercanas a sus valores normales. Según la información de los flotadores ARGO, entre las 50 y 200 mn, se mantienen, en promedio, las anomalías negativas desde la superficie hasta, aproximadamente, los 200 m de profundidad. Sin embargo, se observan anomalías positivas, por debajo de los 20 m en promedio, entre (15.5° - 14°S y 7.5° - 6°S). Los flotadores también indican, a nivel superficial, la presencia de aguas costeras frías y masas de agua subtropicales superficiales frente a la costa peruana (ver Figura 10).

Sin el promedio de los últimos 365 días de la información diaria de DUACS en la costa norte peruana, en agosto se registraron anomalías positivas del nivel del mar que se habrían producido por el paso de ondas de Kelvin cálidas, que iniciaron su arribo desde julio (Figura 9b). Conforme a la información del flotador ARGO (No. 6903002) —localizado dentro las 200 millas náuticas de la costa y entre 4.2° y 5.0°S —, durante agosto se registraron anomalías negativas dentro de los 100 m de profundidad, en promedio. Por otro lado, se continúan observando anomalías positivas —calculadas con la climatología de SODA e IMARPE— entre los 300 y 400 metros de profundidad (Figura 11), es posible que esto se deba al paso de la onda de Kelvin cálida.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según la información de los modelos de ondas, se espera que el paquete de ondas de Kelvin frías continúe influyendo en las variables oceánicas frente a la costa peruana hasta, por lo menos, inicios de noviembre. Por otro lado, de mantenerse los pulsos de viento del este en el Pacífico ecuatorial, como parte de la presencia de La Niña en el Pacífico central, es posible que se generen más ondas de Kelvin frías que arriben, luego, a la costa peruana (Figura 12 y 13).

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, los resultados de los seis modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR² y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales de setiembre de 2022, indican, en promedio, condiciones neutras hasta abril de 2023, aunque con anomalías negativas hasta el mes de marzo 2023 (ver Tabla 5 y Figura 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 Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Tabla 5. Pronósticos del ICEN de los modelos climáticos con condiciones iniciales de setiembre de 2022

<i>Modelo</i>	<i>SON</i>	<i>OND</i>	<i>NDE</i>	<i>DEF</i>	<i>EFM</i>	<i>FMA</i>	<i>FMA</i>	<i>MAM</i>
<i>CFSv2</i>	-0.64	-0.71	-0.67	-0.69	-0.60	-0.47	-0.25	0.00
<i>CanCM4i</i>	-0.65	-0.71	-0.77	-0.74	-0.69	-0.5	-0.28	0.10
<i>GEM5_NEMO</i>	-0.78	-0.96	-0.94	-0.85	-0.7	-0.57	-0.40	-0.23
<i>NASA</i>	-0.93	-1.11	-1.09	-0.95	-0.66	-0.19	0.40	1.01
<i>GFDL_SPEARE</i>	-0.54	-0.63	-0.72	-0.65	-0.45	-0.14	0.30	0.79
<i>NCAR_CCSM4</i>	-0.75	-0.79	-0.67	-0.55	-0.45	-0.29	-0.06	0.27
Promedio								
<i>NMME</i>	-0.72	-0.82	-0.81	-0.74	-0.59	-0.36	-0.05	0.32

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los resultados de los mismos modelos del párrafo anterior, se esperarían condiciones frías débiles hasta octubre, frías moderadas entre noviembre 2022 y enero de 2023, y finalmente frías débiles para febrero y marzo. Esto indica la continuación de La Niña 2021-2022 en el Pacífico central hasta el verano 2022-23 (ver Tabla 6 y Figura 15).

Tabla 6. Pronósticos del ONI de los modelos climáticos con condiciones iniciales de setiembre de 2022

<i>Modelo</i>	<i>SON</i>	<i>OND</i>	<i>NDE</i>	<i>DEF</i>	<i>EFM</i>	<i>FMA</i>	<i>FMA</i>	<i>MAM</i>
<i>CFSv2</i>	-1.00	-1.14	-1.21	-1.12	-0.80	-0.44	-0.11	0.17
<i>CanCM4i</i>	-0.88	-0.92	-1.04	-1.13	-1.05	-0.81	-0.50	-0.26
<i>GEM5_NEMO</i>	-0.97	-1.12	-1.21	-1.20	-1.00	-0.85	-0.70	-0.51
<i>NASA</i>	-1.25	-1.49	-1.53	-1.29	-0.90	-0.50	-0.18	0.10
<i>GFDL_SPEAR</i>	-0.74	-0.60	-0.50	-0.39	-0.19	0.02	0.18	0.34
<i>NCAR_CCSM4</i>	-1.03	-1.19	-1.32	-1.38	-1.21	-0.90	-0.54	-0.25
Promedio								
<i>NMME</i>	-0.98	-1.08	-1.14	-1.09	-0.86	-0.58	-0.31	-0.07

Conclusiones

Durante agosto, según la información oceánica y atmosférica, se han observado anomalías negativas de la TSM, deficiencia de precipitación en la región occidental, vientos alisios más intensos de lo normal y pulsos de viento del este que generan ondas de Kelvin frías. Todo esto indica que se mantiene la presencia de La Niña en el Pacífico central.

Frente a costa norte y centro, se han mantenido durante agosto las anomalías negativas en la TSM en la región Niño 1+2. El valor del ICEN para julio corresponde a la condición fría débil, mientras que los valores de sus temporales de agosto y setiembre indican condiciones neutras.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Frente a la costa norte, se registraron aún anomalías del nivel del mar positivas de poca magnitud, posiblemente como consecuencia de la dispersión modal (Busalacchi y Cane, 1988), en 120°W, de una onda de Kelvin perteneciente al paquete de ondas cálidas que inició su arribo en julio. Asimismo, también se observó el inicio de la llegada del paquete de ondas de Kelvin frías, el cual debe provocar una disminución del nivel del mar y, contribuir, a mantener la TSM por debajo de sus valores normales. Según los modelos de ondas, se espera otro paquete de ondas de Kelvin frías, producidas por el pulso de viento del este durante agosto, que podrían mantener un escenario de TSM por debajo de lo normal hasta inicios de noviembre.

Los pronósticos de los modelos numéricos de las agencias internacionales indican, frente a la costa norte y centro del Perú, condiciones neutras hasta finales del verano 2022-2023. Estos mismos modelos pronostican que en el Pacífico central se tendrían condiciones entre frías débiles y frías moderadas hasta febrero de 2023, lo que indicaría, según estos resultados, que La Niña en el Pacífico central se extendería hasta dicha fecha. En este escenario, las investigaciones científicas muestran que existe la probabilidad de del desarrollo de lluvias por debajo (encima) de lo normal durante noviembre (el verano), principalmente, en los Andes centrales y sur del Perú (Lagos et al., 2008; Lavado-Casimiro y Espinoza, 2011; Sulca et al., 2017).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Bibliografía

- **Aparco J., K. Mosquera y K. Takahashi**, 2014: Flotadores Argo para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, mayo, 1, 5.
- Cravatte, S., W. S. Kessler, N. Smith, S. E. Wijffels, Ando, K., Cronin, M., Farrar, T., Guilyardi, E., Kumar, A., Lee, T., Roemmich, D., Serra, Y., Sprintall, J., Strutton, P., Sutton, A., **Takahashi, K.** y Wittenberg, A., 2016: First Report of TPOS 2020. GOOS-215, 200 pp. [<http://tpos2020.org/first-report>]
- DiNezio, P., 2016: Desafíos en la predicción de La Niña, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 3 (9), 4-8.
- ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos “El Niño” y “La Niña” y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN.
- ENFEN, 2015: Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN 02-2015.
- Huang, B., Thorne, P.W., Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., Zhang, H.-M., 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons, *J. Climate*, doi: [10.1175/JCLI-D-16-0836.1](https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1)
- Kug, J.-S., Jin, F.-F., An, S.-I., 2009: Two types of El Niño events: Cold tongue El Niño and warm pool El Niño. *J. Climate* 22, 6, 1499–1515, doi:10.1175/2008JCLI2624.1.
- 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
- **Morera, S. B.**, Condom, T., Crave, A., Steer, P., and Guyot, J. L., 2017: The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). *Scientific Reports*, v. 7, No. 1, p. 11947 DOI:10.1038/s41598-017-12220-x.
- **Mosquera, K.**, 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para obtener el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- **Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos**, 2010: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. *Magistri et Doctores*, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.
- **Mosquera, K.**, 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 4-7
- **Reupo, J. y Takahashi, K.**, 2014: Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Inst. Geofísico del Perú, Enero, 1, 8-9.
- **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.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

- **Takahashi, K.**, 2017: Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 8-9.
- **Takahashi, K., Martínez, A. G.**, 2016: The very strong El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. Climate Dynamics, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.
- Thoma M, Greatbatch R, Kadow C, Gerdes R, 2015: Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. Geophys. Res. Lett. doi:10.1002/2015GL064833
- **Urbina, B. y K. Mosquera**, 2020: Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, 13-20.
- Zuta, S., y O. Guillén, 1970: Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Boletín Instituto Del Mar Del Perú, 2(5), 157-324. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/249>

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

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

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Lic.

Gerardo Rivera, Bach.

Brayan Urbina, Bach.

Agradecimientos

A la Dra. Emily Becker (NOAA) y al Dr. Ben Kirtman (RSMAS) por su apoyo con los datos del proyecto NMME.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

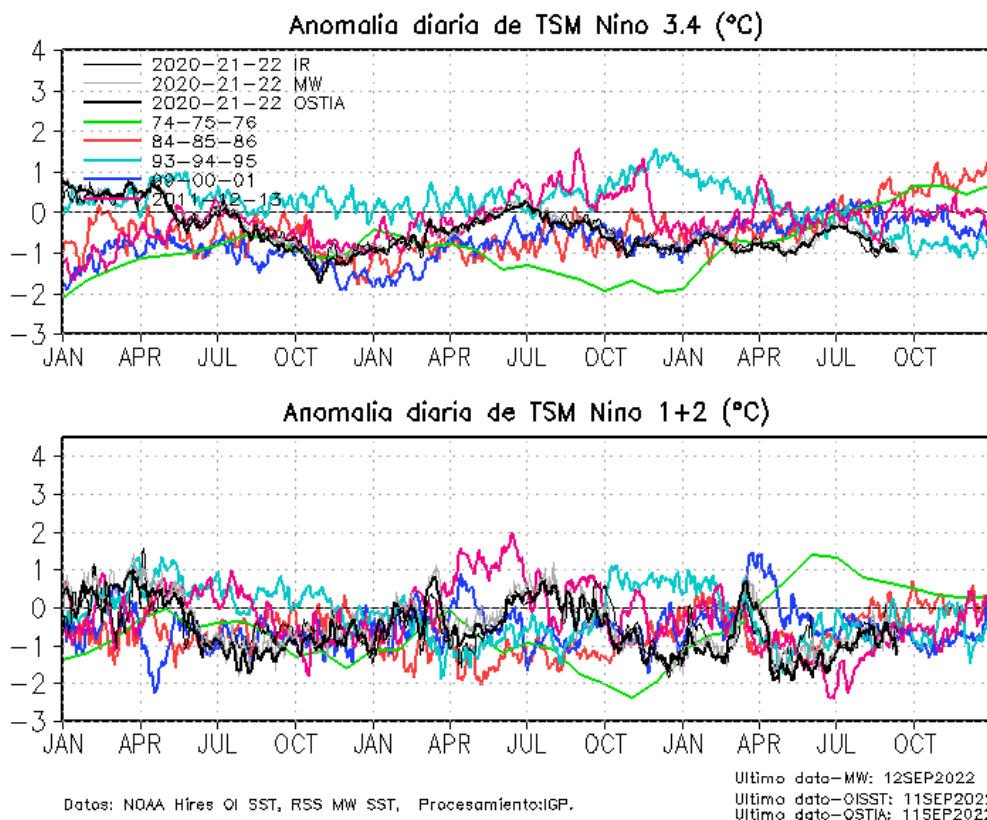
Figuras


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 periodos 1973-1975, 1983-1985, 1992-1994, 1998-2000 y 2010-2012. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

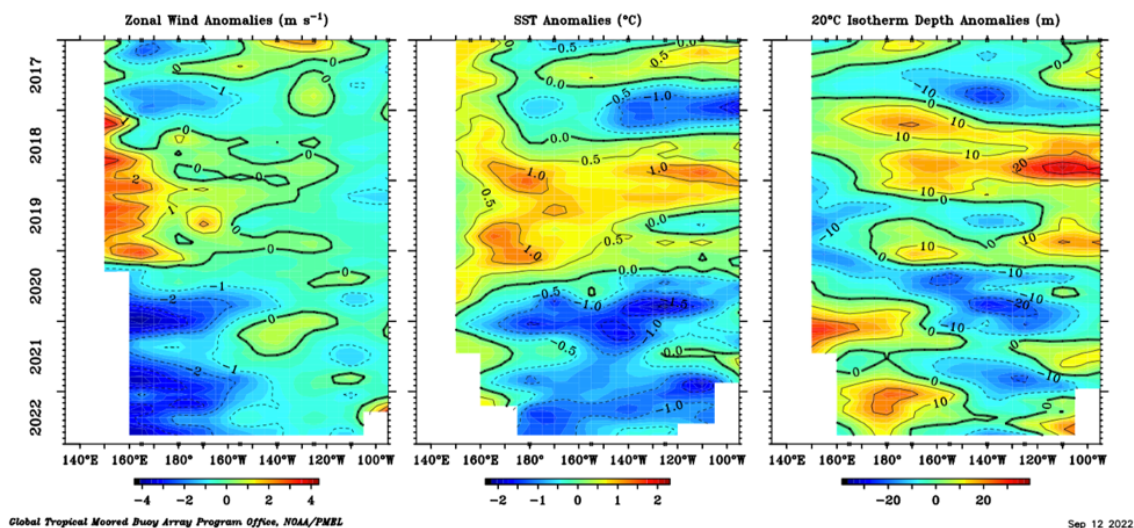


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (a), de la profundidad de la isoterma de 20 $^{\circ}C$ (b) y de la temperatura superficial del mar (c) a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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

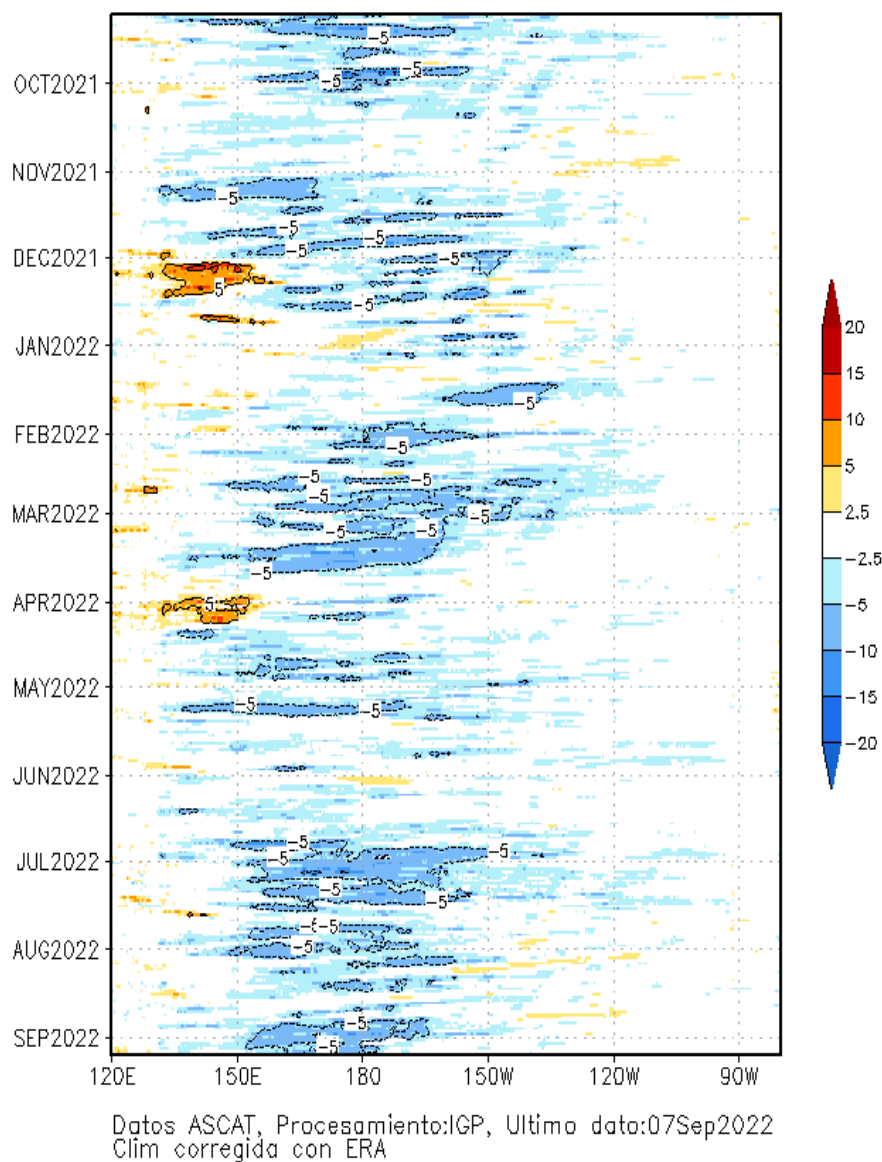


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial que se obtiene de los datos del producto ASCAT hasta el 07 de setiembre de 2022. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

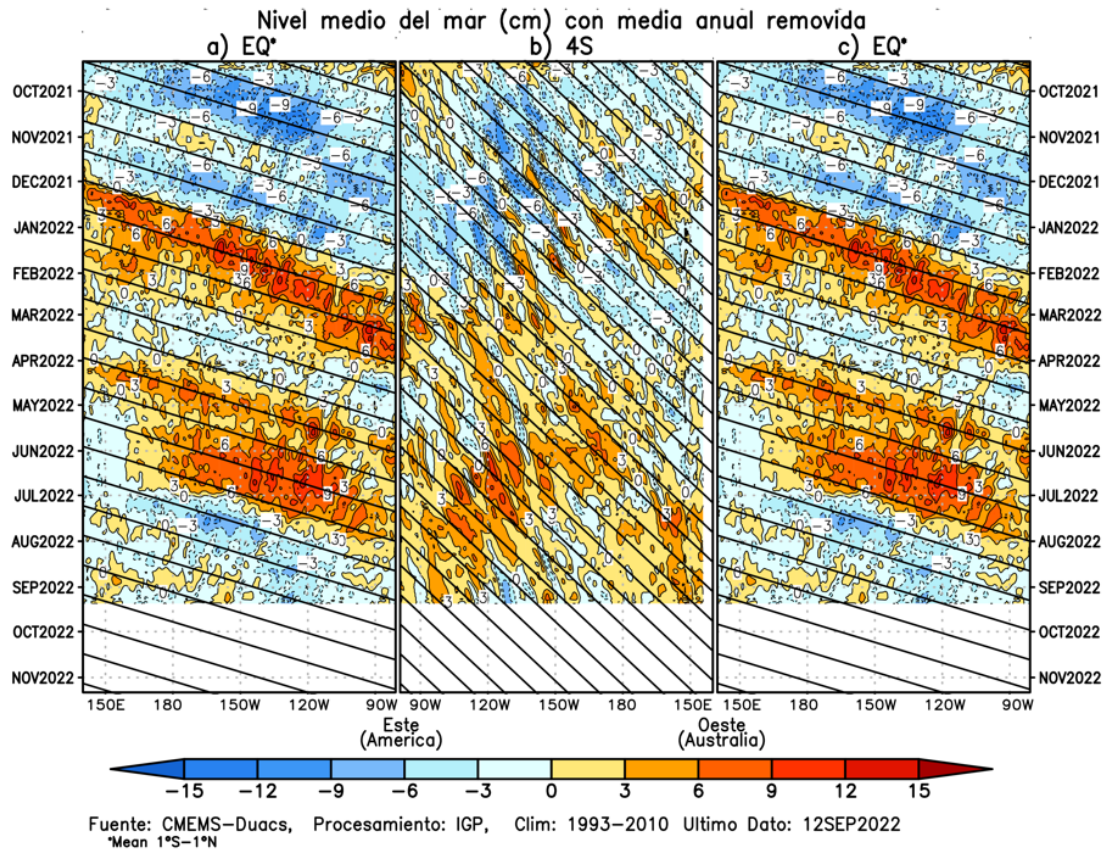
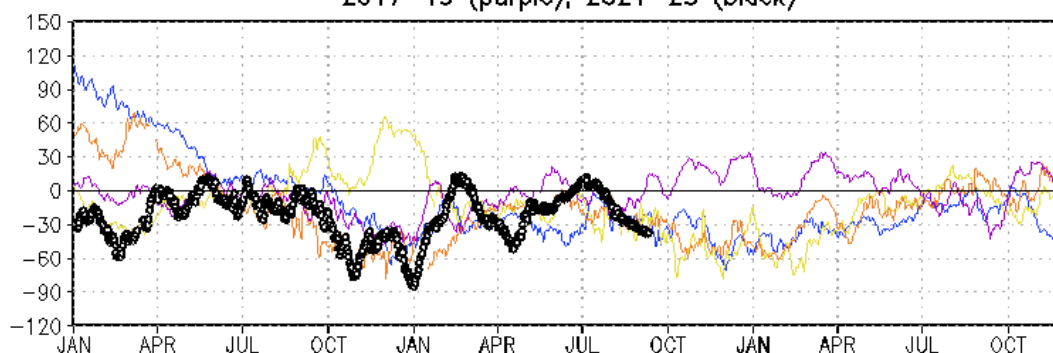


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°S, pero con el eje zonal de este a oeste.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

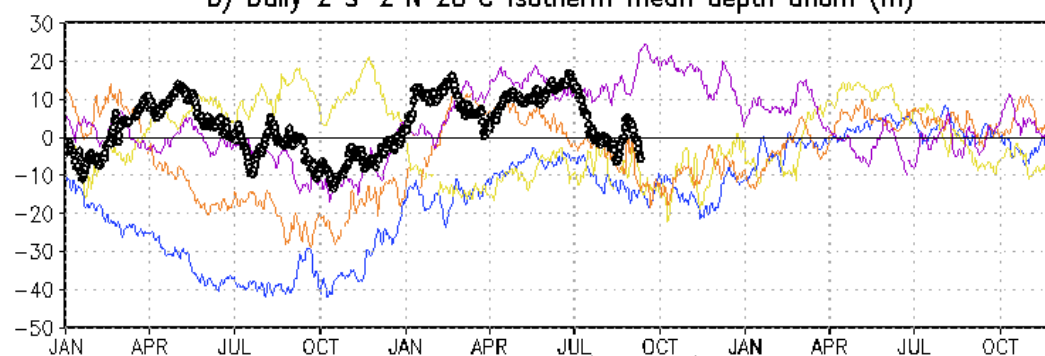
“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

a) Daily 2°S – 2°N 20°C isotherm tilt' anom (m):
1998–00 (blue), 2006–08 (yellow), 2010–12 (orange),
2017–19 (purple), 2021–23 (black)



b) Daily 2°S – 2°N 20°C isotherm mean depth anom (m)



* Zonal depth difference from linear regression fit to longitude (137°E – 95°W)
Only for days with at least 6 out of 7 lons. 1–2–1 smoothing. (Clim 1993–2020)
Data: TAO/TRITON (last: 10SEP2022). Processing:IGP

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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

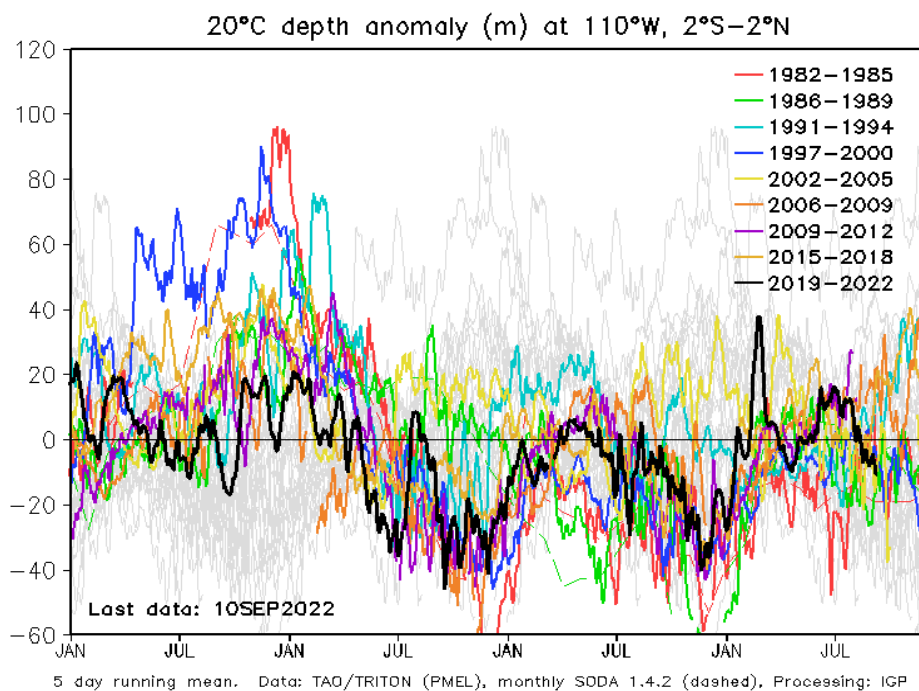


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 110°W y promediada entre 2°S y 2°N. La data usada para este calculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

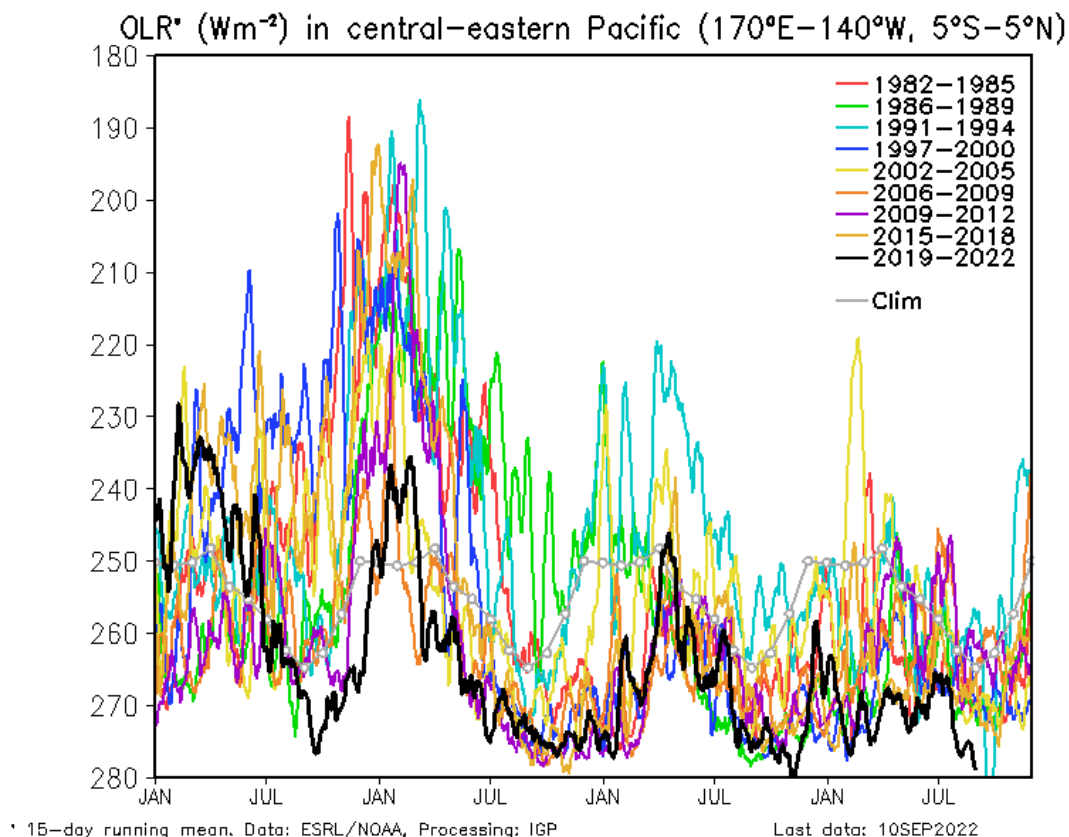


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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

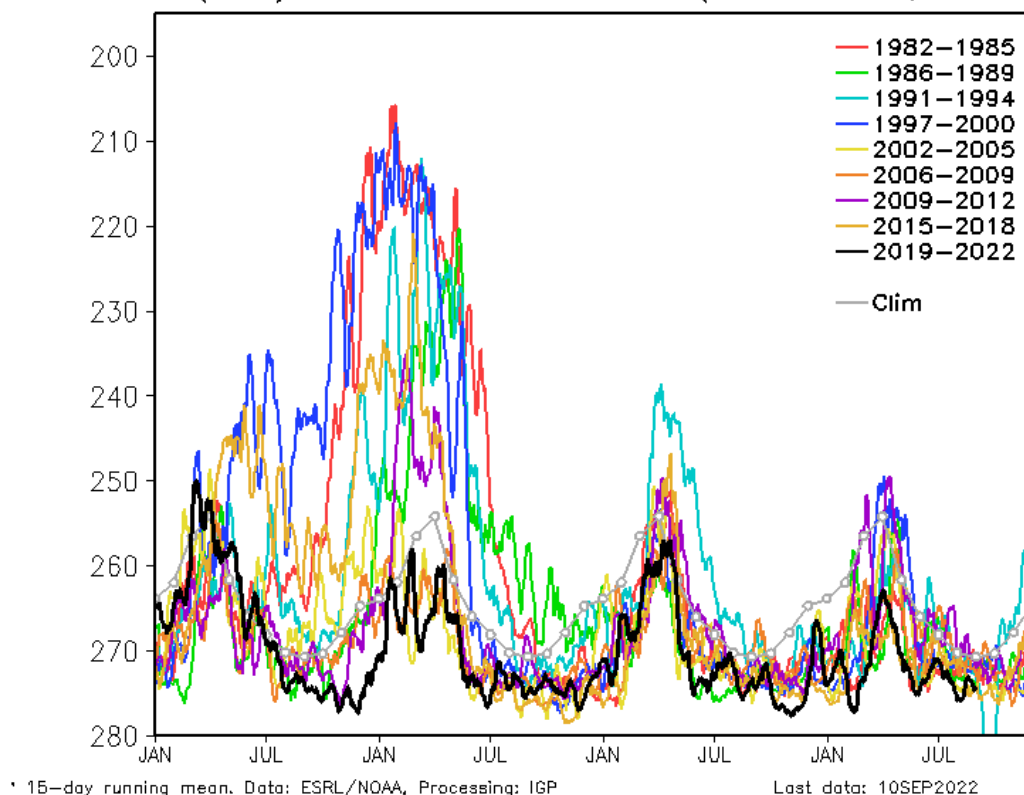


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

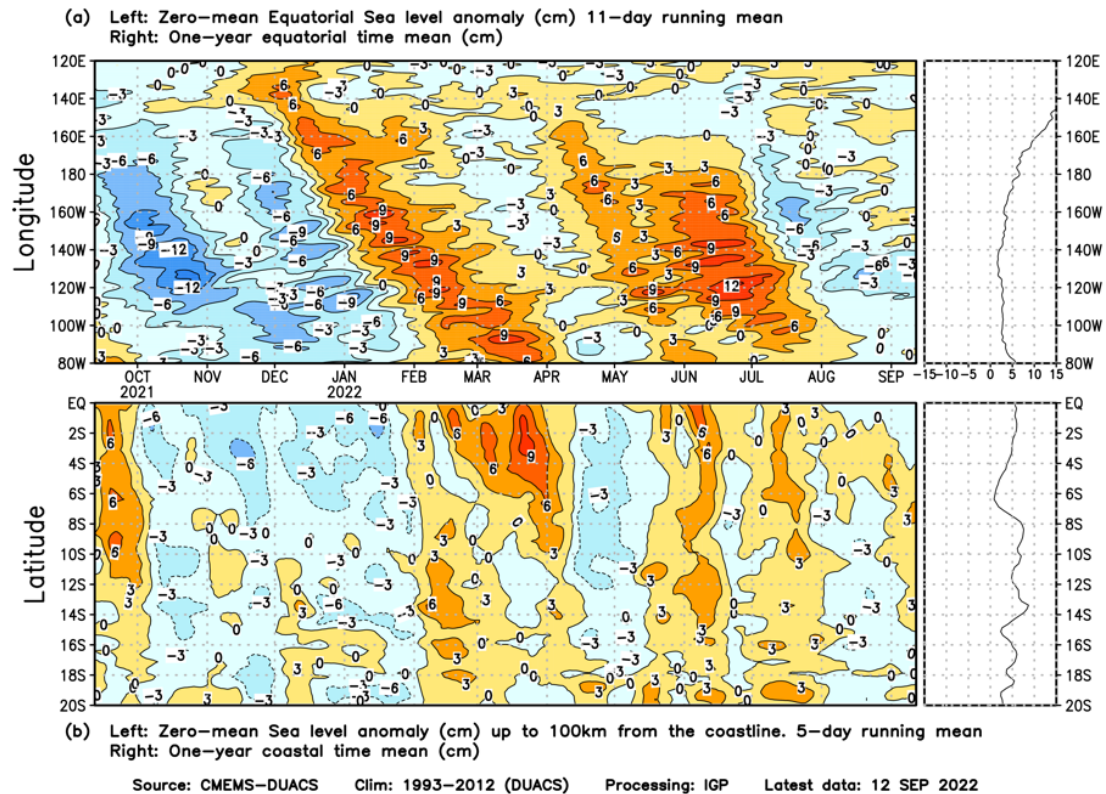


Figura 9. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), que fueron sustraídos a las figuras de la izquierda, respectivamente. Las unidades están en centímetros. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

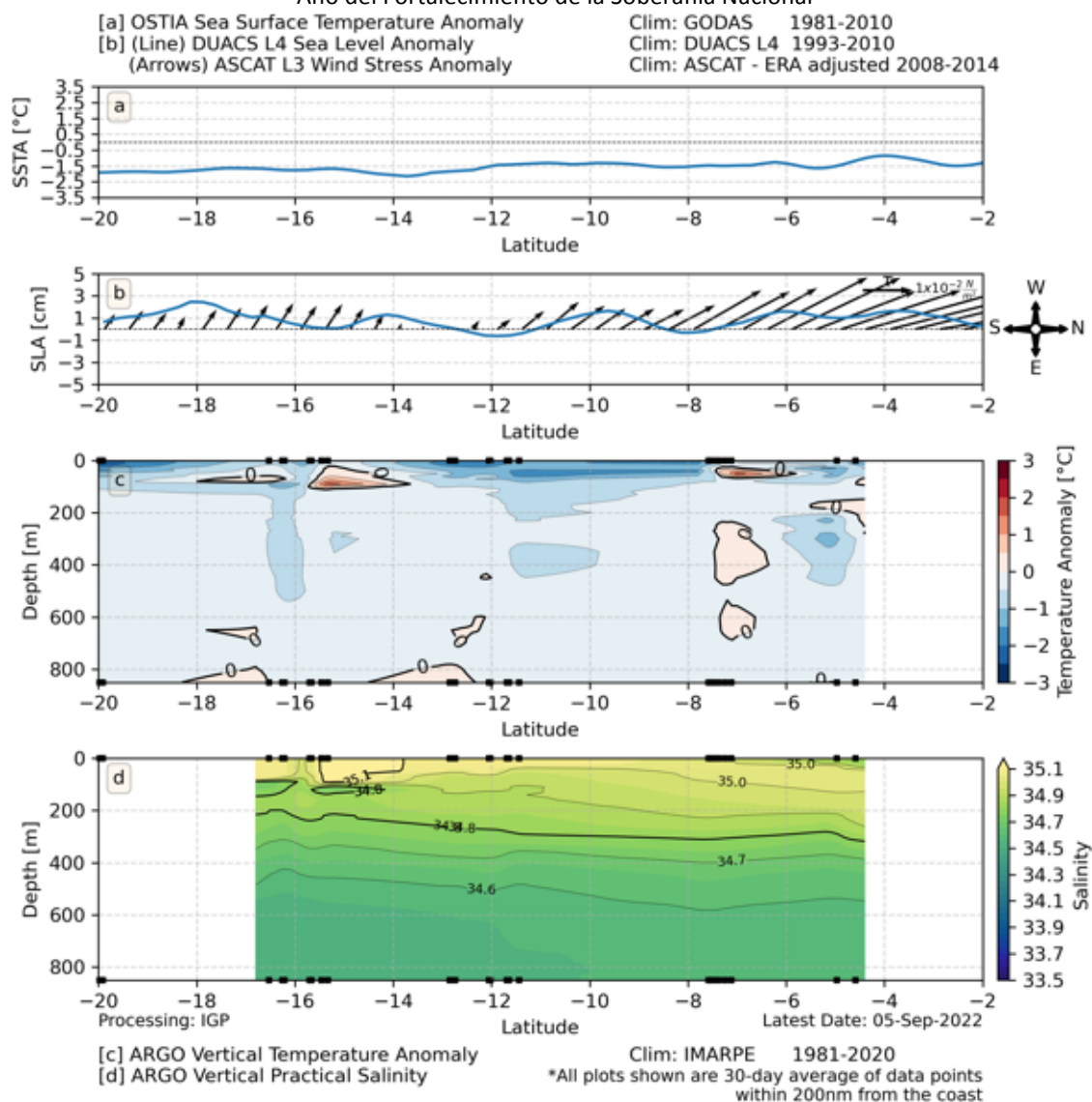


Figura 10. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente,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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

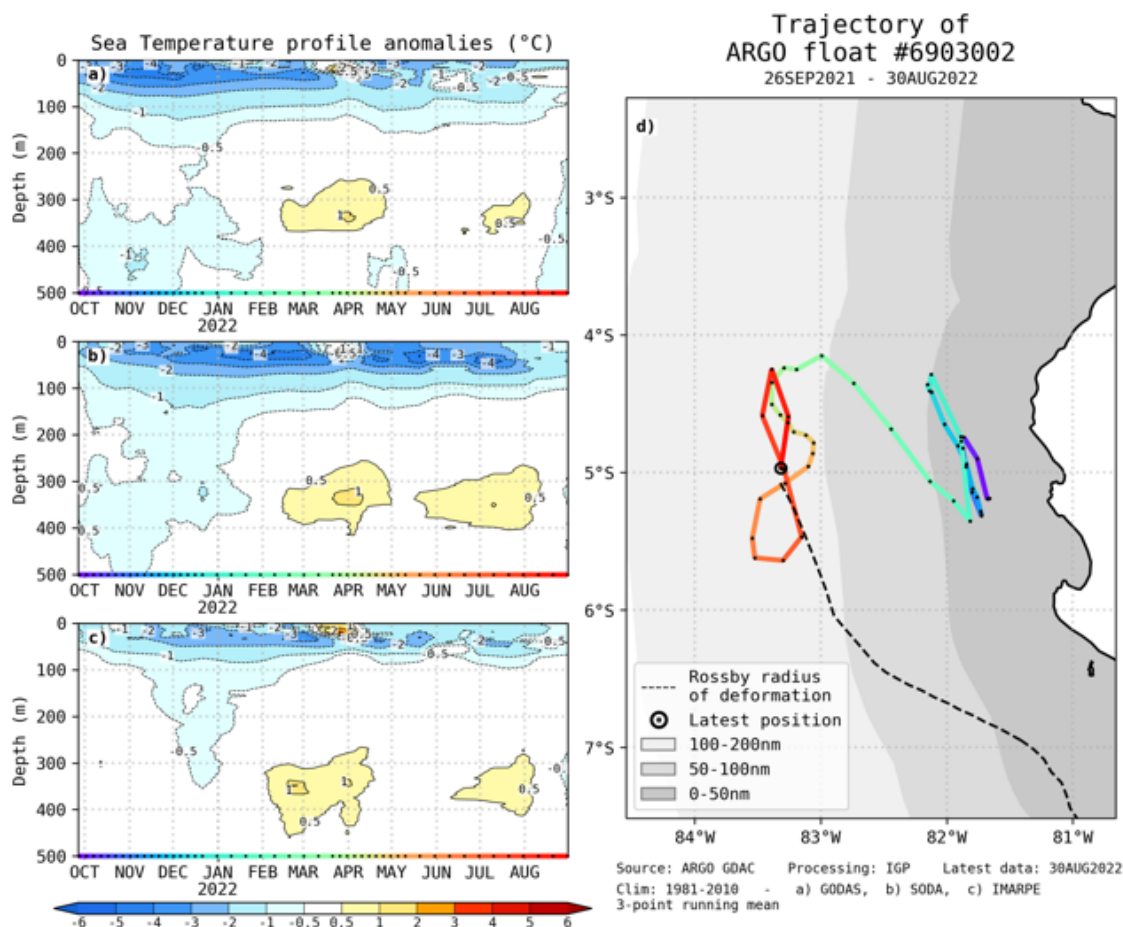


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

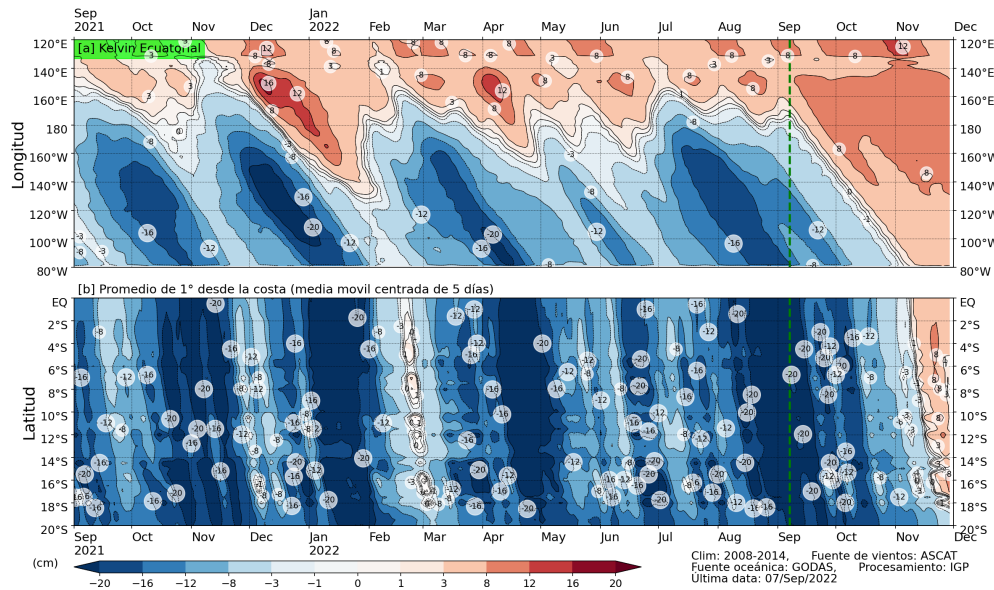
Anomalía del nivel del mar [cm] - $\sum$ Modos -- [ASCAT]

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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

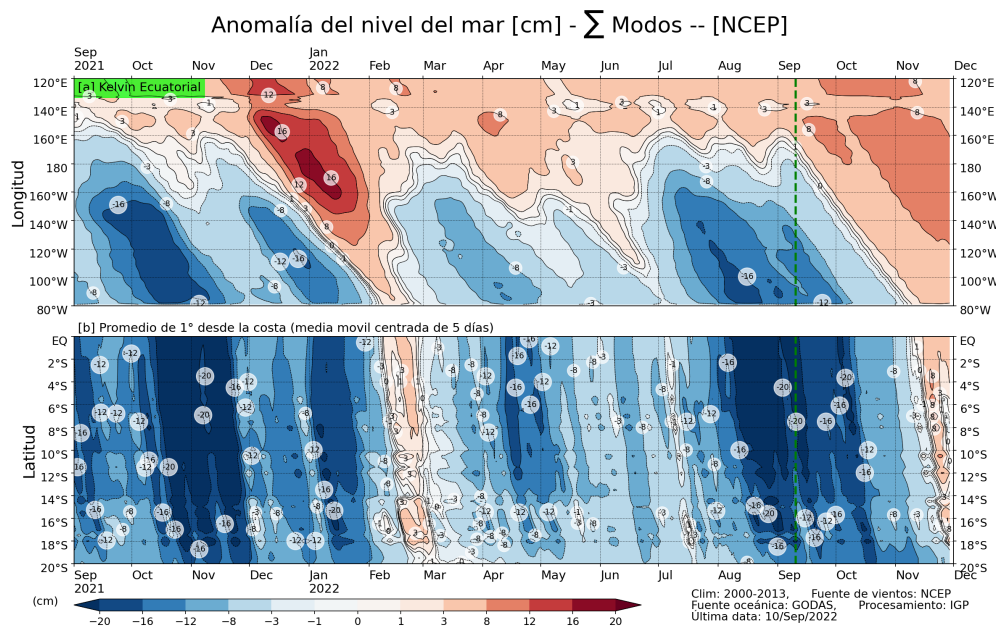


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP.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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Pronostico con modelos del ICEN CI 202209

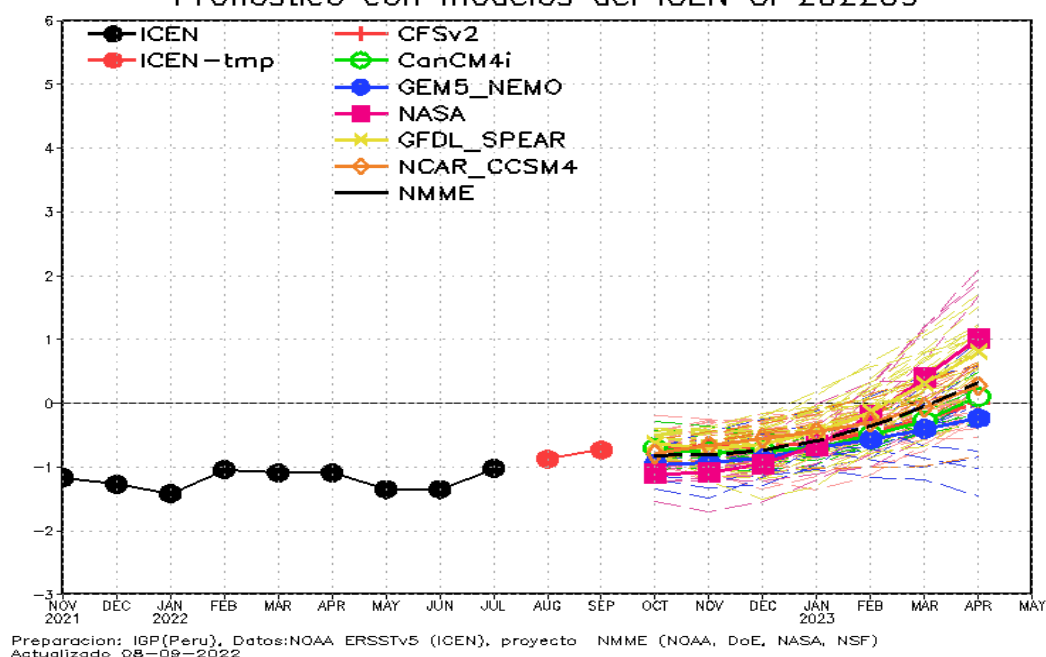


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial de setiembre de 2022. Fuente: IGP, NOAA, NMME.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Condiciones Iniciales de Setiembre 2022

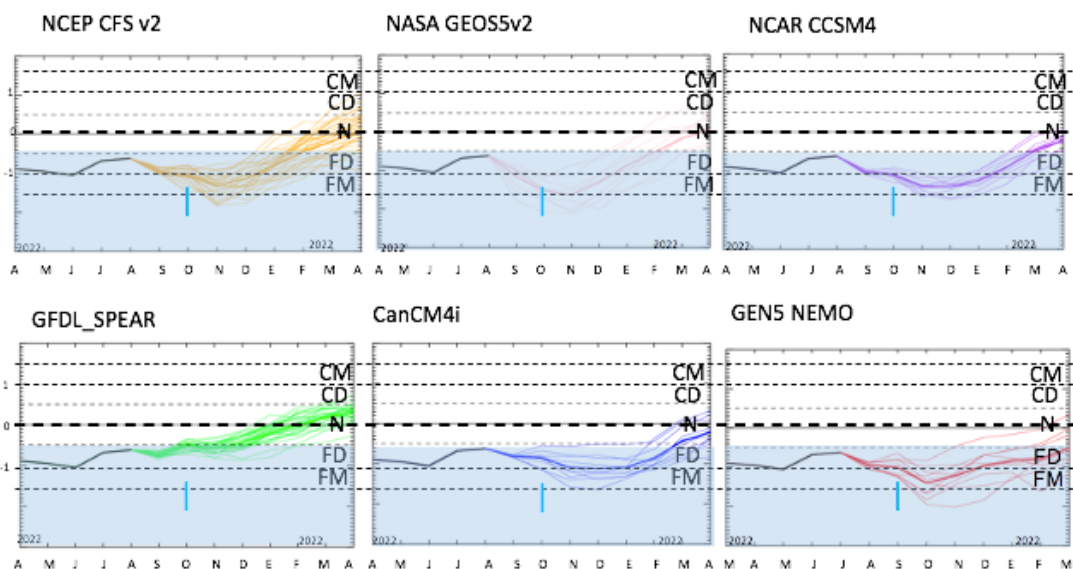


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.