

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteInstituto
Geofísico del Perú - IGP**BICENTENARIO
PERÚ 2021**

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

PP 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres"

Producto: “Estudios para la estimación de los riesgos de desastres”

Actividad: “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”

Instituto Geofísico del Perú

INFORME TÉCNICO N° PpR/El Niño-IGP/2021-11

17/12/2021

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

Resumen

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), octubre ($-0.83\text{ }^{\circ}\text{C}$) mostró una condición climática neutra en la costa peruana; sin embargo, los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de noviembre y diciembre indican condiciones frías débiles. Por otro lado, para el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de octubre ($-0.80\text{ }^{\circ}\text{C}$) muestra la condición fría débil, pero el ONI temporal (ONI-tmp) de noviembre ($-1.03\text{ }^{\circ}\text{C}$), al igual que el de diciembre ($-1.23\text{ }^{\circ}\text{C}$), indica condición fría moderada. Las observaciones, in situ y satelital, del mar peruano indican condiciones frías, principalmente dentro de los cien metros de profundidad, lo cual sería la consecuencia de la presencia del paquete de ondas de Kelvin frías, la cual se extendería hasta las siguientes semanas. Debido a las condiciones actuales no se espera un gran impacto del próximo arribo de la onda Kelvin cálida, debido a que su magnitud ha disminuido. Por otro lado, según los mismos resultados de los modelos de ondas, se espera que un nuevo paquete de ondas de Kelvin frías arribe a la costa peruana a fines de diciembre y extienda su presencia durante el mes de enero. Finalmente, una potencial onda de Kelvin cálida, que se estaría formando en el extremo occidental, podría arribar a la costa peruana durante febrero.

El promedio de las predicciones numéricas de los seis modelos climáticos de NMME, inicializados con la información oceánica y atmosférica de diciembre, indica condiciones frías débiles para diciembre de 2021 y enero de 2022, y condiciones neutras entre febrero y julio de 2022 frente a la costa peruana. Por otro lado, para el Pacífico central, los resultados de estos mismos modelos indican condiciones frías moderadas hasta marzo de 2022, seguida de condiciones frías débiles para abril y mayo del mismo año. Según estos resultados, el desarrollo del nuevo evento La Niña en el Pacífico central se extendería, por lo pronto, hasta mayo de 2022. Por lo tanto, es más probable, basado en las evidencias científicas, un escenario de lluvias por encima de lo normal durante el verano en los Andes del centro y sur del Perú.



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

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), que se denomina ERSSTv5, se calculó el ICEN (región Niño 1+2) para octubre, el cual indica una condición neutra (ver Tabla 1). Para el cálculo del ICEN se utilizan los datos que son denominados como “datos en tiempo real”, los cuales cambian en el transcurso de los siguientes meses. Por esto, pueden existir pequeñas discrepancias en el cálculo del ICEN para los meses anteriores cuando se use la data actualizada.

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

| Año | Mes | ICEN | Categoría |
|------|-----------|-------|-----------|
| 2021 | Julio | -0.22 | Neutra |
| 2021 | Agosto | -0.36 | Neutra |
| 2021 | Setiembre | -0.59 | Neutra |
| 2021 | Octubre | -0.83 | Neutra |

Para los siguientes dos meses se generan versiones preliminares y temporales del ICEN (ICENtmp), que se calculan del 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 noviembre y diciembre de 2021.

| Año | Mes | ICENtmp | Categoría |
|------|-----------|---------|------------|
| 2021 | Noviembre | -1.03 | Fría Débil |
| 2021 | Diciembre | -1.11 | Fría Débil |

Los valores del ICENtmp de noviembre y diciembre indican condiciones frías débiles (ver Tabla 1).

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

Índice Oceánico Niño (ONI)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés) de octubre, actualizado por la NOAA, indica el valor de -0.80 °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 (°C) | Categoría |
| 2021 | Julio | -0.37 | Neutra |
| 2021 | Agosto | -0.46 | Neutra |
| 2021 | Setiembre | -0.67 | Fría débil |
| 2021 | Octubre | -0.80 | Fría débil |

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de noviembre y diciembre, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, indican condiciones frías moderadas (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

| Índice Oceánico Niño temporales | | | |
|---------------------------------|-----------|-------------|---------------|
| Año | Mes | ONItmp (°C) | Categoría |
| 2021 | Noviembre | -1.03 | Fría moderada |
| 2021 | Diciembre | -1.23 | Fría moderada |

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

Durante en el mes de noviembre, las anomalías diarias de la TSM en la zona Niño 3.4 estuvieron dentro del rango de frías débiles. Por otro lado, en la región Niño 1+2 se observaron anomalías negativas que variaron en los rangos normales y frías débiles (Figura 1).

Según la información mensual de las boyas de TAO a lo largo del Pacífico ecuatorial, los vientos alisios continúan más intensos que lo normal, en especial en la zona occidental y central (Figura 2a). Con respecto a la anomalía de la TSM, esta mostró valores negativos en gran parte del Pacífico ecuatorial (Figura 2b). Finalmente, en cuanto a la profundidad de la isoterma de 20 °C, se han observado anomalías positivas y negativas en la zona occidental y oriental, respectivamente (Figura 2c).

Conforme a la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto ASCAT, en noviembre se presentaron pulsos de viento del este en el Pacífico central y occidental (130°E-145°W); mientras que en los primeros días del mes de diciembre se presentan anomalías del oeste en el Pacífico occidental (130°-155°E), tal como se aprecia en la Figura 3.

¹ Los umbrales para establecer la categoría de condiciones cálidas o frías débiles, moderadas, fuertes, y muy fuertes usando el ONI son ± 0.50 , ± 1.00 , ± 1.50 , y ± 2.00 , respectivamente (Nota Técnica ENFEN, 02-2015).

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteInstituto
Geofísico del Perú - IGP**BICENTENARIO
PERÚ 2021**

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

Según la información diaria de los datos de TAO, la termoclina se encuentra más inclinada que lo normal (Figura 5a), mientras que su profundidad promedio —relacionada al contenido de calor— se encuentra dentro de sus rangos normales (Figura 5b). En la región oriental, la anomalía de la profundidad de la termoclina, basada en la información diaria de una de las boyas de TAO (95°W), continuó mostrando valores promedio menores a su normal (Figura 6).

En noviembre, 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 8 (zona oriental).

Según la información observada y la de los modelos numéricos de ondas en el Pacífico ecuatorial, la onda de Kelvin cálida se localiza en la zona oriental aunque con una magnitud menor a la del mes anterior. Por otro lado, con la presencia de pulsos de viento del este en el Pacífico ecuatorial occidental y central, se formó un paquete de ondas de Kelvin frías que ocupan una gran parte del Pacífico central. Finalmente, la presencia de una anomalía del nivel del mar en el extremo occidental sería la señal de una onda de Kelvin cálida (Figura 4).

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Frente a la costa peruana y dentro de las 200 millas náuticas, en los últimos 30 días los vientos alisios estuvieron más intensos de lo normal, mientras que la TSM y el nivel del mar mostraron valores por debajo de sus normales. Se observaron, de acuerdo a la temperatura y salinidad, masas de aguas ecuatoriales superficiales (5°S-4°S) y subtropicales superficiales (11°S-10°S y alrededor de 12.5°S), así como aguas costeras frías (9°S-5°S y 17°S-13°S). Debajo de la superficie, se desarrollaron anomalías positivas por debajo de los 100 m entre, aproximadamente, 12°S y 8°S, y por debajo de los 400 metros en otros lados. Se observaron en distintas profundidades las masas de aguas ecuatoriales subsuperficiales, ecuatoriales profundas y antárticas intermedias (ver Figura 12).

Sin el promedio de los últimos 365 días, la información diaria de DUACS a lo largo de la costa peruana mostró anomalías negativas del nivel del mar que serían el resultado del paso del paquete de ondas de Kelvin frías que iniciaron su llegada a finales de setiembre (Figura 11b). Según la información cada cinco días del flotador ARGO (No. 3901808), el cual se localizó entre 81.6° y 81.2°W, así como entre 8.3° y 8.7°S, y alrededor de las 140 millas náuticas frente a la costa norte del Perú, se observaron anomalías negativas hasta los 100 m de profundidad, siendo más frías en la parte superficial (Figura 13).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según 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 durante la siguiente semana, esto significa la presencia de anomalías negativas tanto del nivel del mar como de la TSM. No se espera un gran impacto de la onda de Kelvin cálida debido a su magnitud disminuida y a la presencia de anomalías negativas en esta región. Por otro lado, un nuevo paquete de ondas de Kelvin frías arribaría a la costa peruana a fines de diciembre y se extendería durante enero. Finalmente, una potencial onda de Kelvin cálida, que se estaría formando en el extremo occidental, podría arribar a la costa peruana durante febrero (Figura 9, 10 y 14).

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

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, los resultados de seis modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR² y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales de diciembre y con una proyección a julio de 2022, indican condiciones frías débiles para diciembre 2021 y enero de 2022, condiciones neutras entre febrero y julio de 2022; sin embargo, sus anomalías serían negativas hasta junio de 2022 (ver Tabla 5 y Figura 15).

Tabla 5. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos usando condiciones iniciales de diciembre.

| Modelo | OND | NDE | DEF | EFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CFS2 | | -1.20 | -1.14 | -0.85 | -0.63 | -0.50 | -0.30 | 0.01 | 0.31 |
| CanCM4i | | -0.92 | -0.80 | -0.63 | -0.55 | -0.42 | -0.19 | 0.18 | 0.53 |
| GEM5_NEMO | | -1.12 | -0.98 | -0.75 | -0.66 | -0.74 | -0.82 | -0.69 | -0.45 |
| NASA | | -1.30 | -1.44 | -1.43 | -1.32 | -1.13 | -0.85 | -0.49 | -0.20 |
| GFDL_SPEARE | | -0.97 | -0.77 | -0.46 | -0.16 | 0.10 | 0.32 | 0.49 | 0.57 |
| NCAR_CCSM4 | | -1.14 | -0.99 | -0.62 | -0.36 | -0.12 | 0.15 | 0.43 | 0.55 |
| NMME | | -1.11 | -1.02 | -0.79 | -0.61 | -0.47 | -0.28 | -0.01 | 0.22 |
| ICENtmp | -1.03 | | | | | | | | |

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los resultados de los mismos modelos mencionados en el párrafo anterior, a partir de diciembre se esperarían condiciones de frías moderadas a frías débiles hasta, por lo menos, mayo de 2022. Estos resultados indican el normal desarrollo de un evento La Niña en el Pacífico central de magnitud moderada, el que se extendería, por lo pronto, hasta otoño de 2022 (ver Tabla 6 y Figura 16).

Tabla 6. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos usando condiciones iniciales de diciembre.

| Modelo | OND | NDE | DEF | EFM | FMA | MAM | AMJ | MJJ | JJA |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CFS2 | | -1.17 | -1.25 | -1.18 | -1.00 | -0.85 | -0.67 | -0.42 | -0.14 |
| CanCM4i | | -1.18 | -1.19 | -0.91 | -0.54 | -0.30 | -0.10 | 0.13 | 0.41 |
| GEM5_NEMO | | -1.11 | -1.25 | -1.24 | -1.11 | -0.88 | -0.63 | -0.42 | -0.30 |
| GFDL_SPEARE | | -2.10 | -3.00 | -3.27 | -2.86 | -2.34 | -2.00 | -1.71 | -1.41 |
| NASA | | -0.67 | -0.47 | -0.27 | -0.08 | 0.09 | 0.23 | 0.35 | 0.42 |
| NCAR_CCSM4 | | -1.12 | -1.21 | -1.13 | -0.88 | -0.59 | -0.33 | -0.16 | -0.07 |
| NMME | | -1.23 | -1.40 | -1.33 | -1.08 | -0.81 | -0.58 | -0.37 | -0.18 |
| ONItmp | -1.03 | | | | | | | | |

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.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



BICENTENARIO
PERÚ 2021

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

Conclusiones:

En el Pacífico central continúa el desarrollo del evento La Niña, el cual se manifiesta con los índices oceánicos y atmosféricos. Particularmente, se observa que los vientos alisios sobre la franja ecuatorial están más intensos de lo normal y estarían causando una menor (mayor) profundidad de la termoclina en la región oriental (occidental). Los vientos alisios también estarían influyendo en la posición de la llamada “piscina caliente”, la cual estaría ubicada más al oeste de su posición normal.

En la costa peruana se han observado también anomalías negativas del nivel del mar y la TSM, aunque dentro de su rango normal. El paquete de ondas de Kelvin frías que habría iniciado su arribo a la costa peruana en setiembre —consecuencia del desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central— han continuado influyendo en las variables oceánica y se mantendría así hasta las siguientes semanas.

Por otro lado, los pulsos de viento del este —característica del evento La Niña— que se desarrollaron durante noviembre, han vuelto a formar un nuevo paquete de ondas de Kelvin frías que se desplazan hacia la costa peruana. Se espera que este arribe durante enero. Por otro lado, un pulso de viento del oeste durante diciembre y en el extremo occidental, según los modelos de ondas, habría formado una onda de Kelvin cálida, la cual potencialmente arribaría durante febrero.

Los pronósticos de los modelos numéricos de las agencias internacionales indican que frente a la costa norte y centro del Perú se esperan, en promedio, condiciones frías débiles para los meses de diciembre y enero, valores negativos de las anomalías de la TSM, pero dentro del rango normal hasta, por lo pronto, junio de 2022. Estos mismos modelos pronostican que en el Pacífico central se tendrían condiciones de frías moderadas a débiles hasta mayo de 2022. Esto indica, básicamente, la evolución normal del nuevo evento La Niña, el cual tendría una magnitud moderada y que se extendería —por lo pronto— hasta mayo de 2022. Hay que tener en cuenta que un escenario característico de un evento La Niña en el Pacífico central, basado en las evidencias científicas, produciría más lluvias de lo normal en los Andes del centro y sur del Perú para los meses de verano.

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

Bibliografía

- **Aparco J., K. Mosquera y K. Takahashi**, 2014: Flotadores Argo para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, mayo, 1, 5.
- Cravatte, S., W. S. Kessler, N. Smith, S. E. Wijffels, Ando, K., Cronin, M., Farrar, T., Guilyardi, E., Kumar, A., Lee, T., Roemmich, D., Serra, Y., Sprintall, J., Strutton, P., Sutton, A., **Takahashi, K.** y Wittenberg, A., 2016: First Report of TPOS 2020. GOOS-215, 200 pp. [<http://tpos2020.org/first-report>]
- DiNezio, P., 2016: Desafíos en la predicción de La Niña, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 3 (9), 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.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



BICENTENARIO
PERÚ 2021

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

- **Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C.,** Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W., 2017: Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol.* Doi:10.1002/joc.5185
- **Takahashi, K.,** 2017: Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 8-9.
- **Takahashi, K., Martínez, A. G.,** 2016: The very strong El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.
- Thoma M, Greatbatch R, Kadow C, Gerdes R, 2015: Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. *Geophys. Res. Lett.* doi:10.1002/2015GL064833
- Urbina, B. y **K. Mosquera,** 2020: Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, 13-20.
- Zuta, S., y O. Guillén, 1970: Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Boletín Instituto Del Mar Del Perú, 2(5), 157-324. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/249>

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

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

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Lic.

Gerardo Rivera, Bach.

Brayan Urbina, Bach.

Agradecimientos

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

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

Figuras

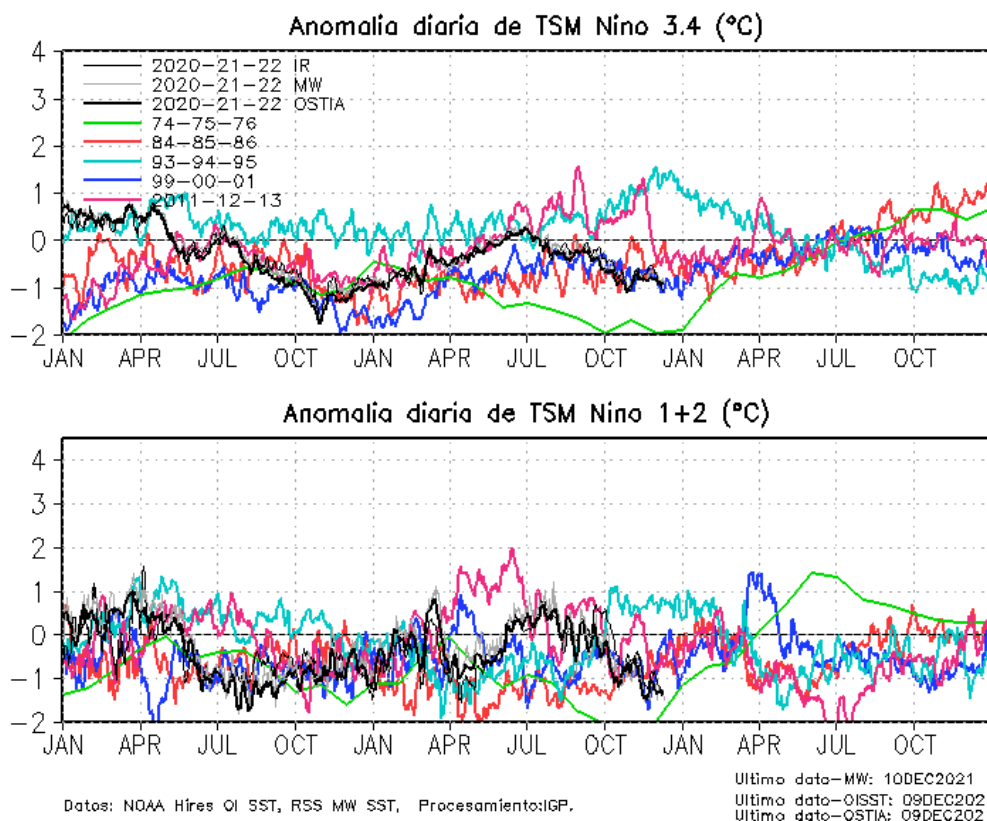
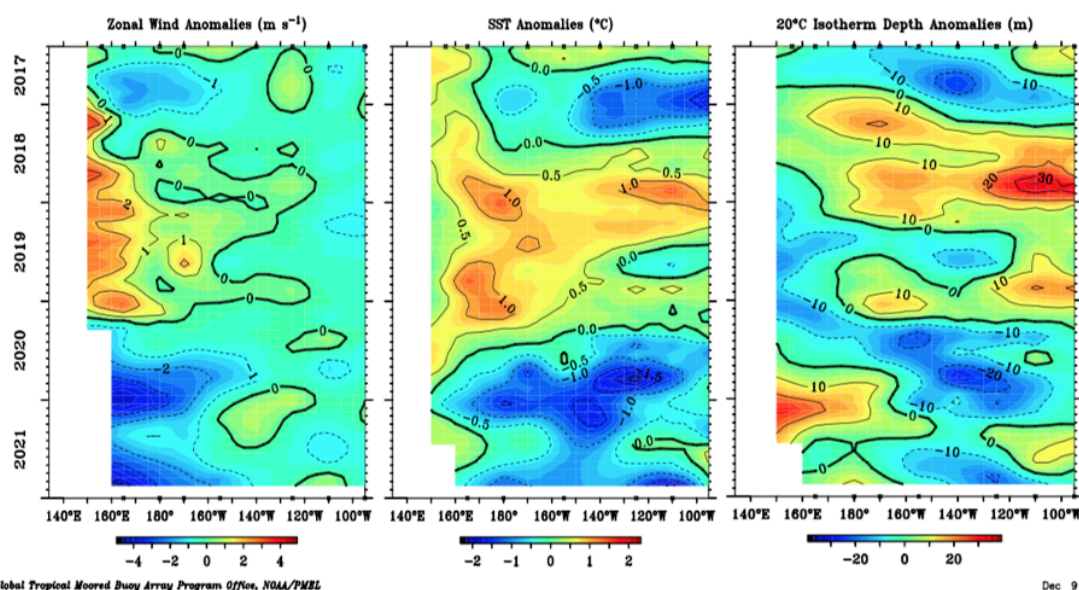


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color verde, rojo, celeste, azul y magenta indican la evolución de la anomalía de la TSM para los 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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”



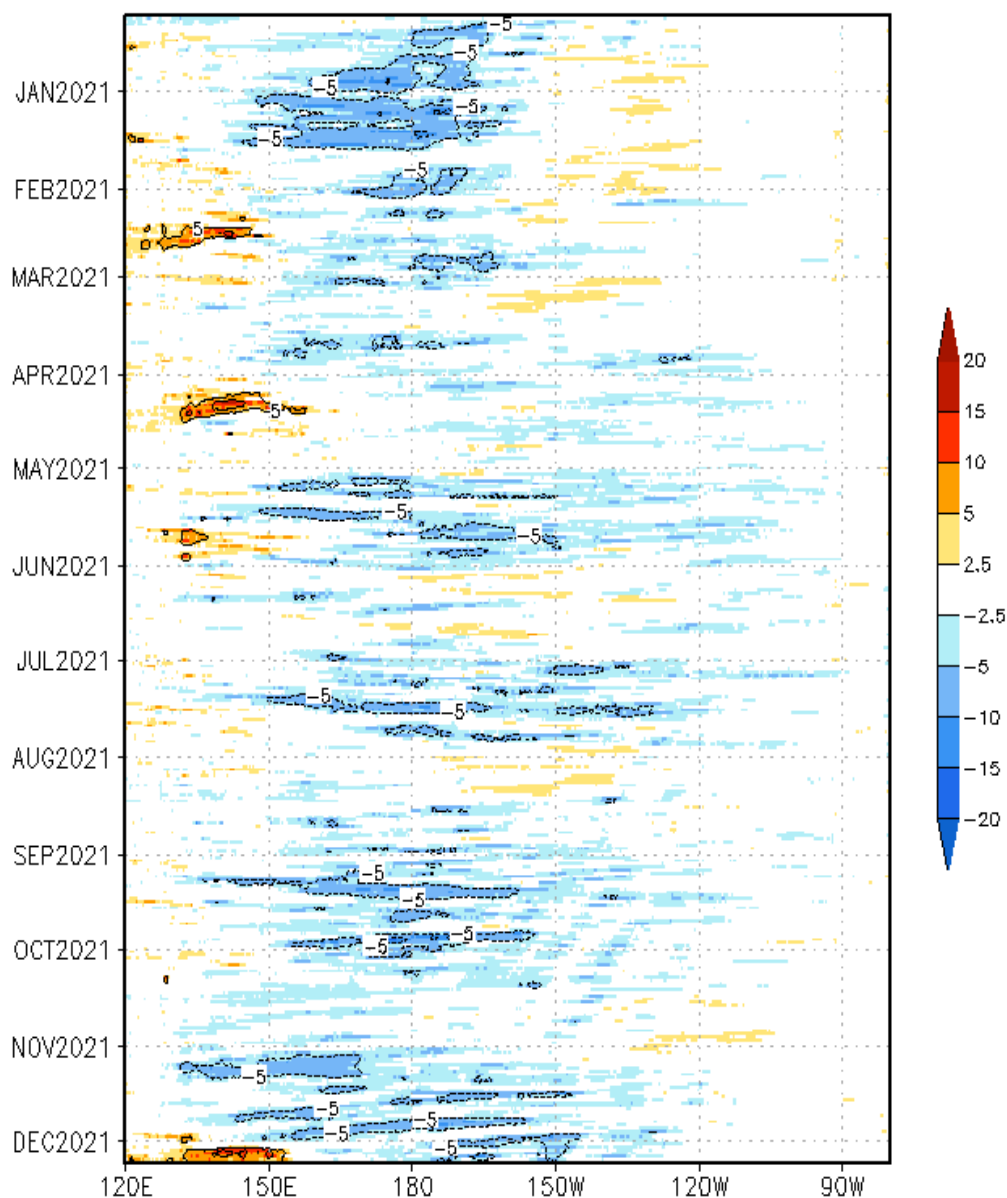
Global Tropical Moored Buoy Array Program Office, NOAA/PMEL

Dec 9 2021

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

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

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



Datos ASCAT, Procesamiento:IGP, Ultimo dato:08Dec2021
Clim corregida con ERA

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 08 de diciembre de 2021. Elaborado por el IGP.

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

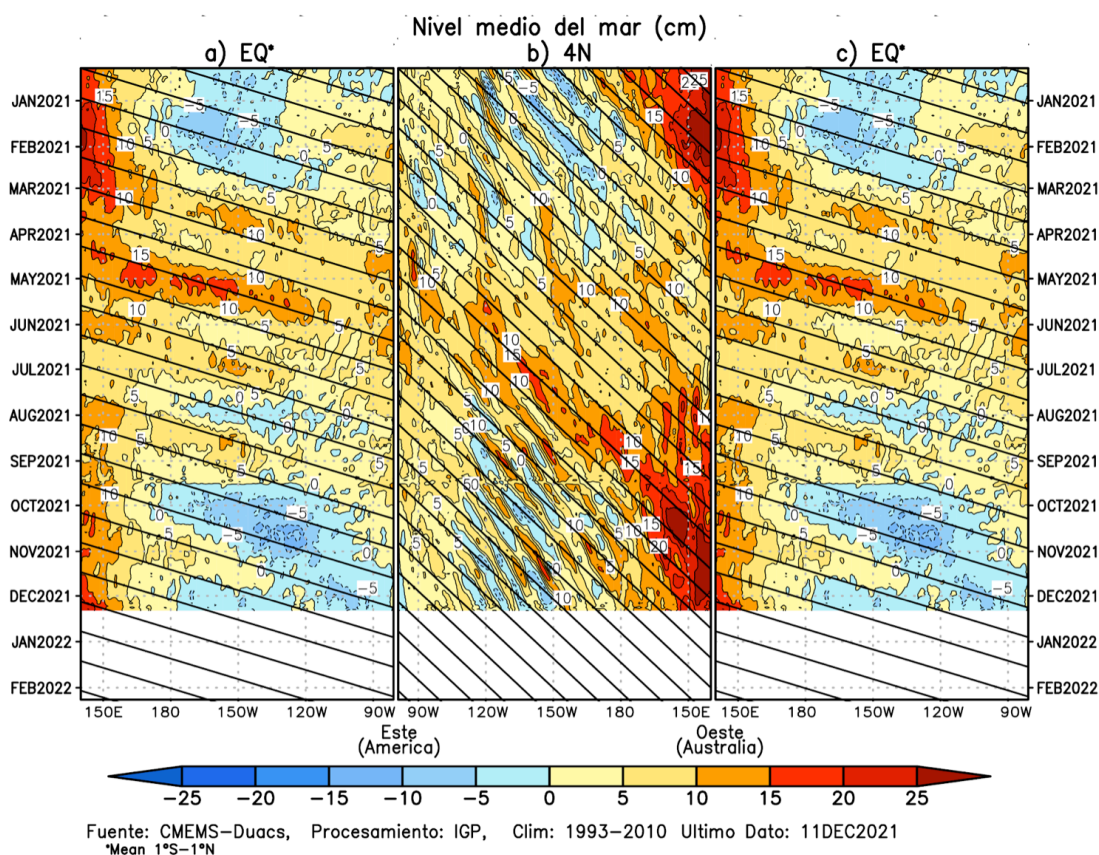


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°S, pero con el eje zonal de este a oeste. 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 del Perú: 200 años de independencia”

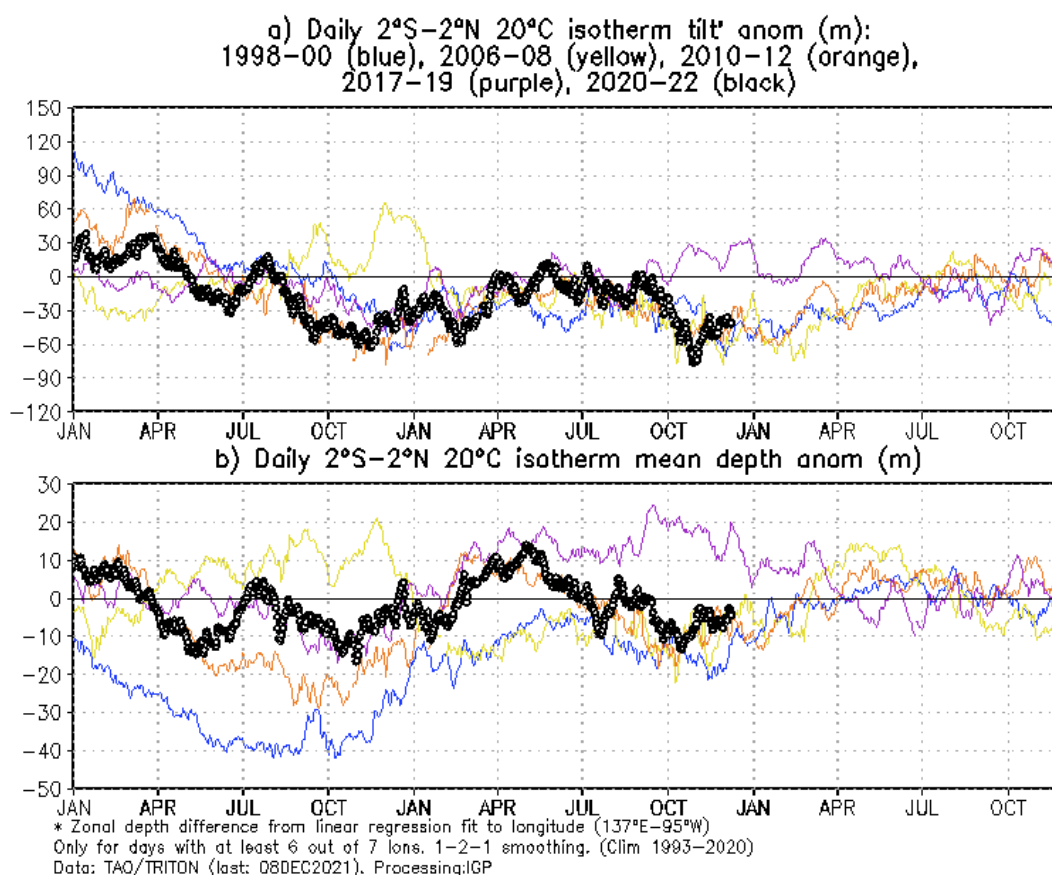


Figura 5. a) Inclinación de la termoclina y **b)** contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (2°N y 2°S). La data usada para este cálculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.

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

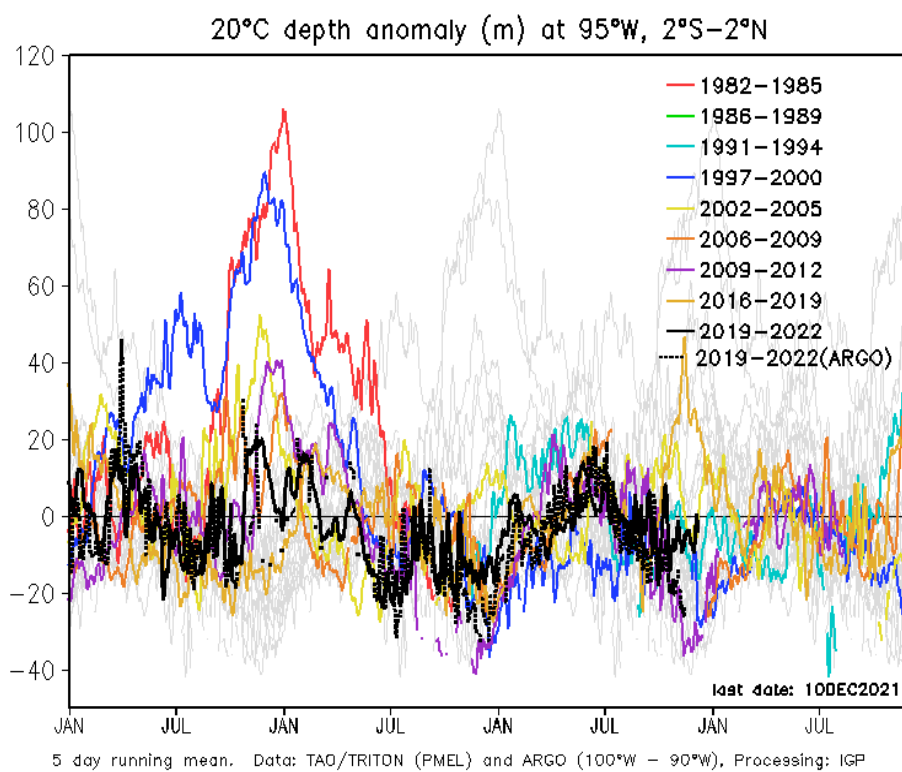


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95°W y promediada entre 2°S y 2°N, con datos de ARGO (línea negra cortada) y TAO (línea negra continua). Elaborado por el IGP.

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

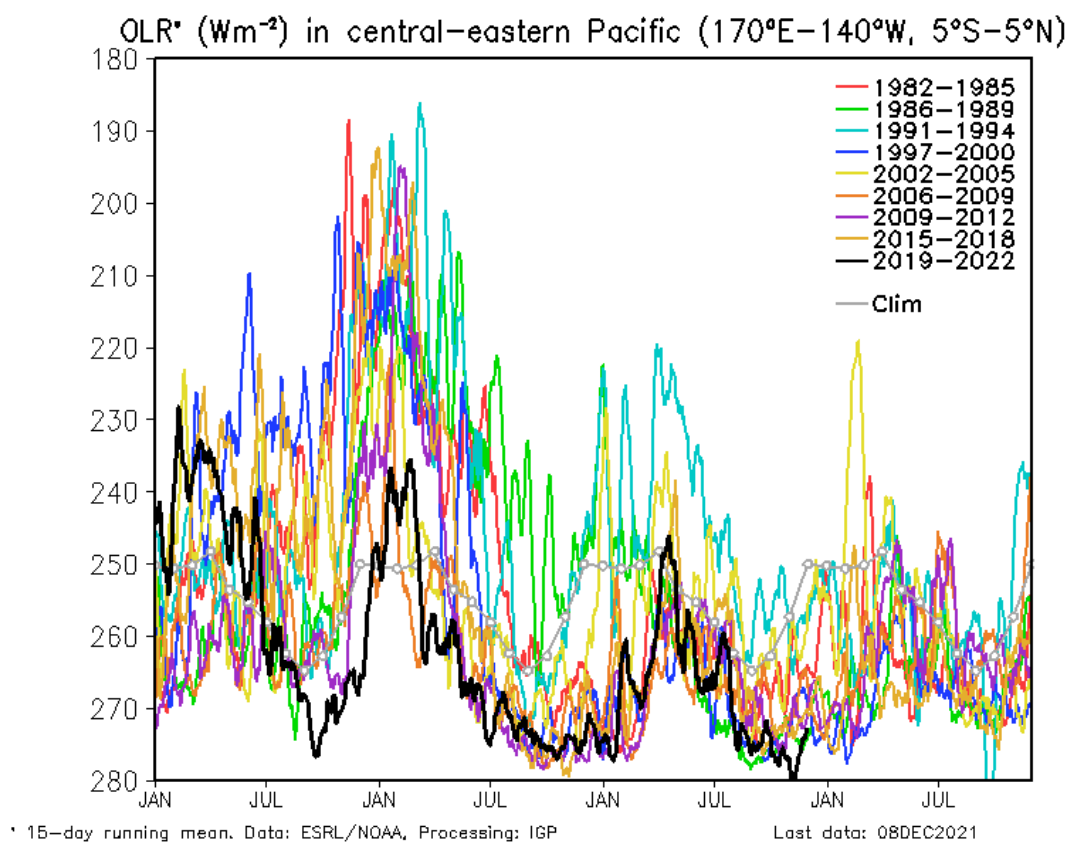
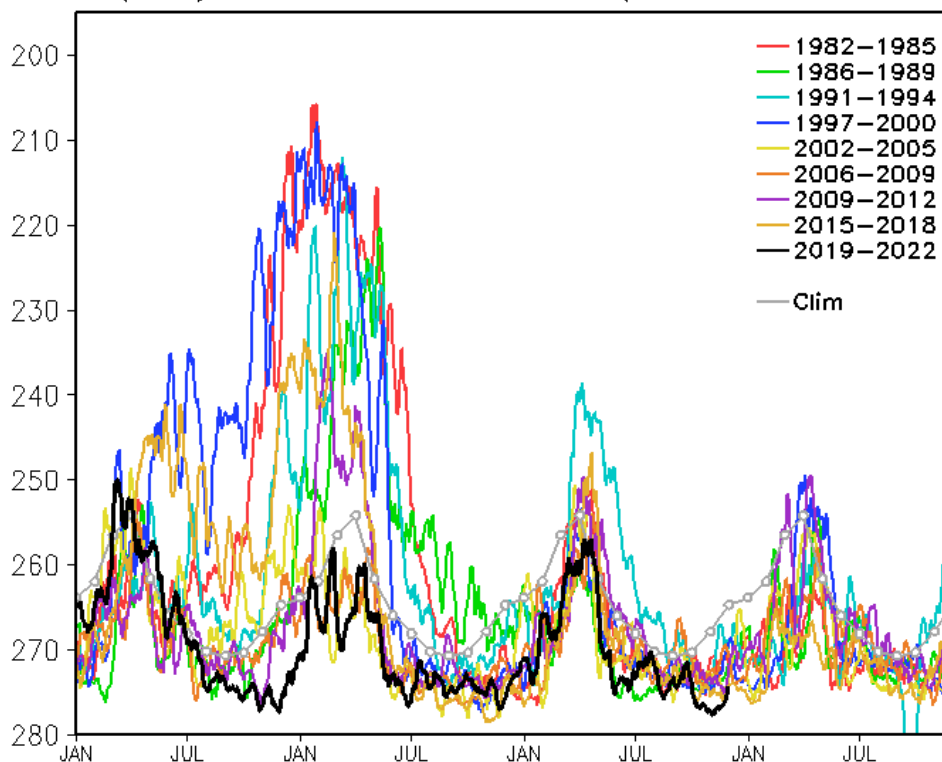


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°E-140°W y 5°S-5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

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

OLR* (Wm^{-2}) in central-eastern Pacific ($170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$)



* 15-day running mean. Data: ESRL/NOAA, Processing: IGP

Last data: 08DEC2021

Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$ 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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

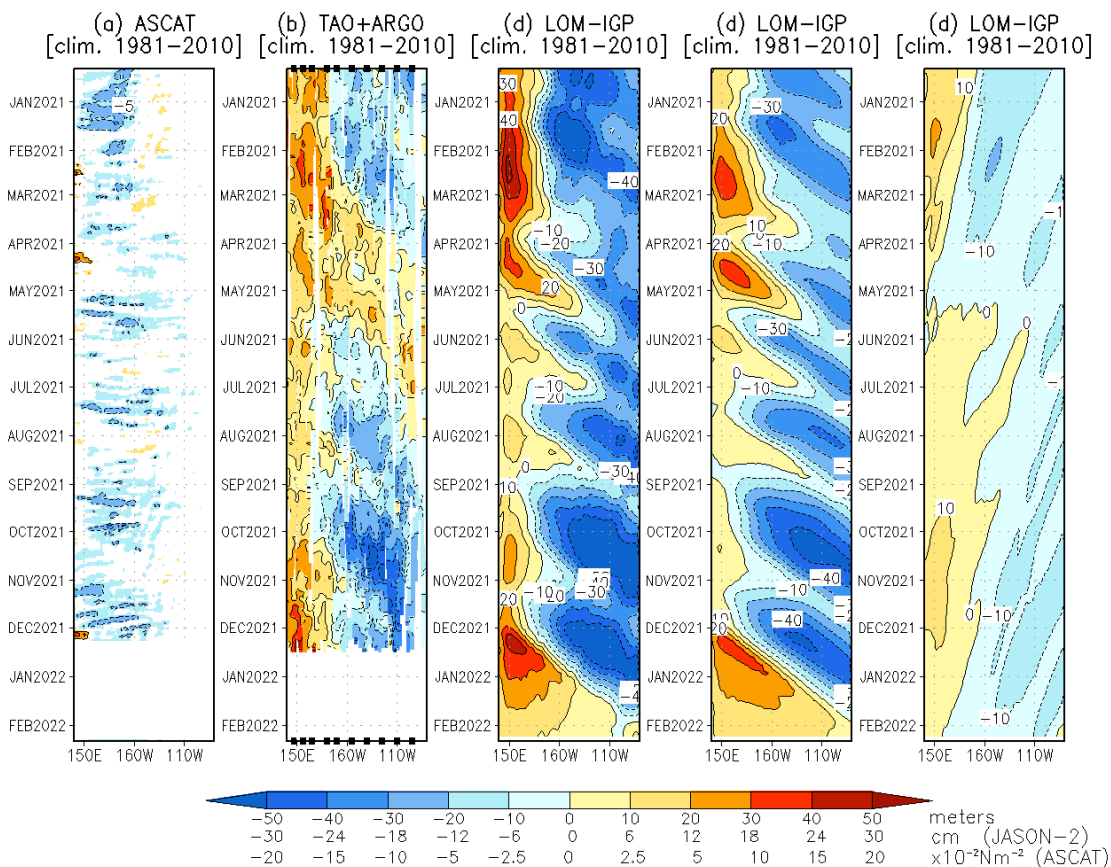


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (primer panel), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C obtenido de los datos de las boyas de TAO y de los flotadores de ARGO (segundo panel), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (tercer panel), diagrama de la onda de Kelvin (cuarto panel) y finalmente diagrama de la onda de Rossby (quinto panel), las que fueron calculadas con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y $\tau=0$ para el pronóstico). Elaborado por el IGP.

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

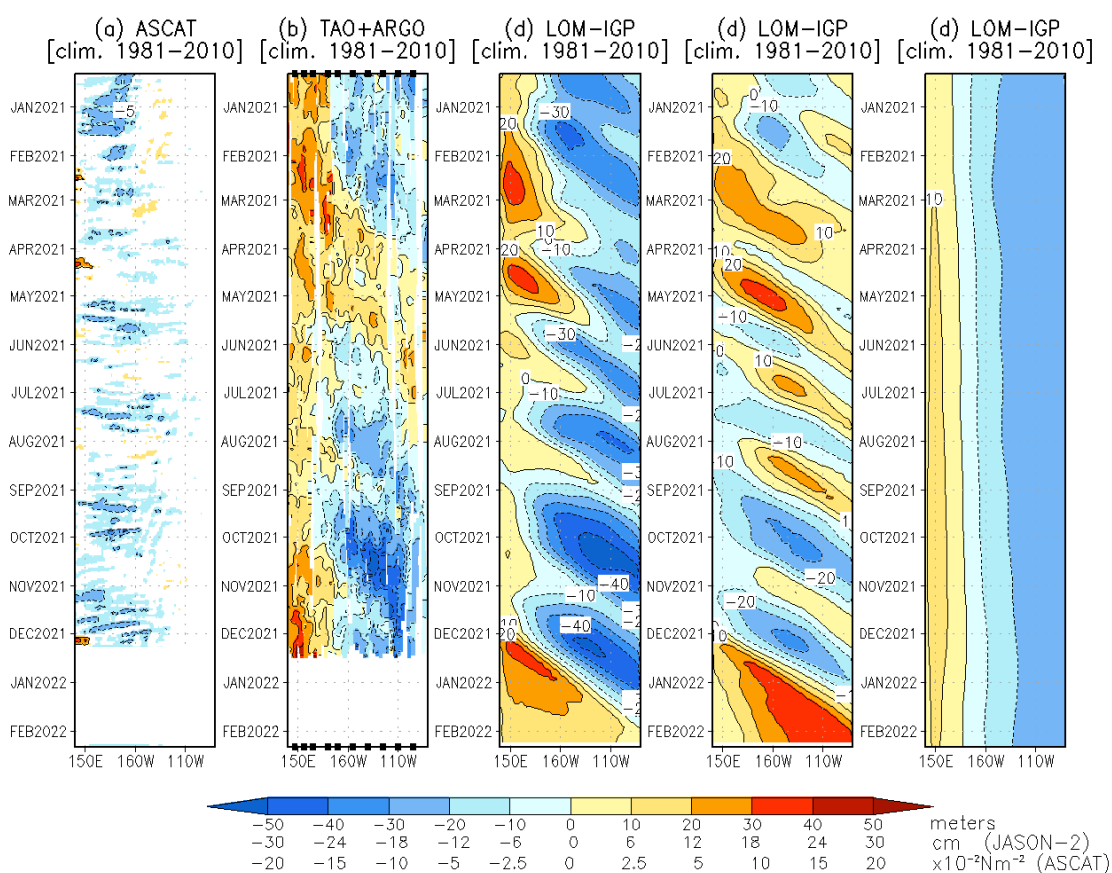


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C obtenido de los datos de las boyas de TAO y de los flotadores de ARGO (segundo panel); onda de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

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

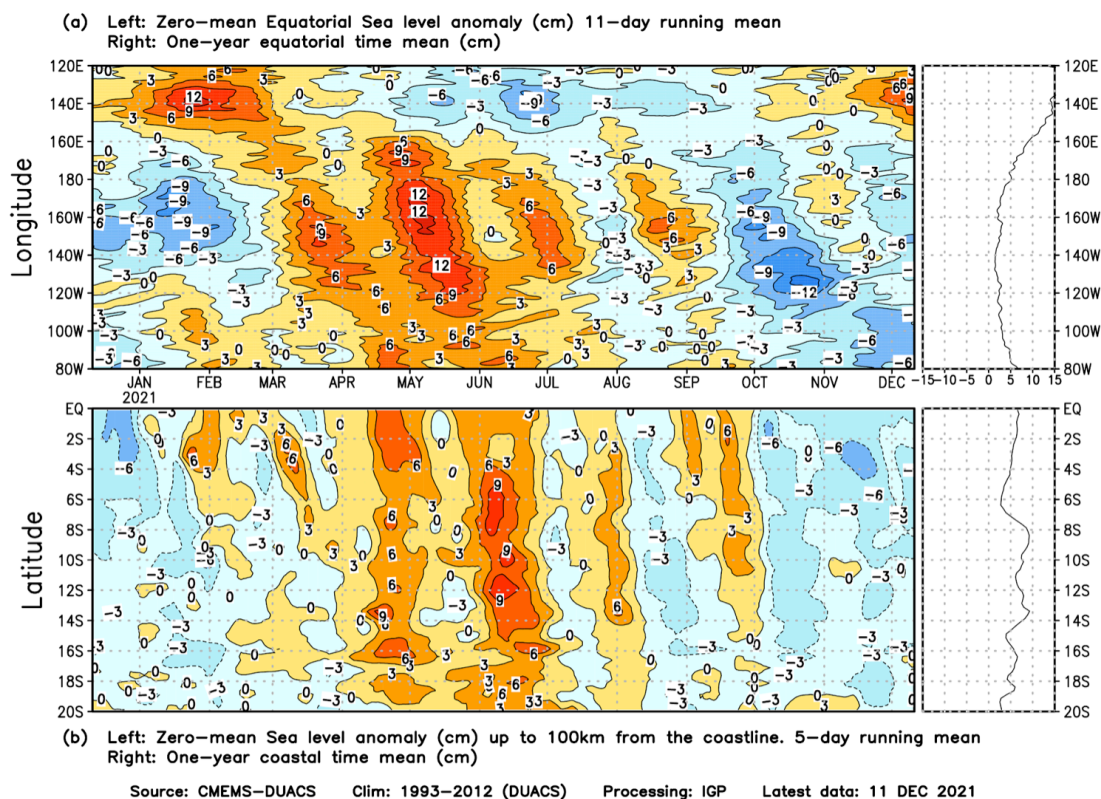


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

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

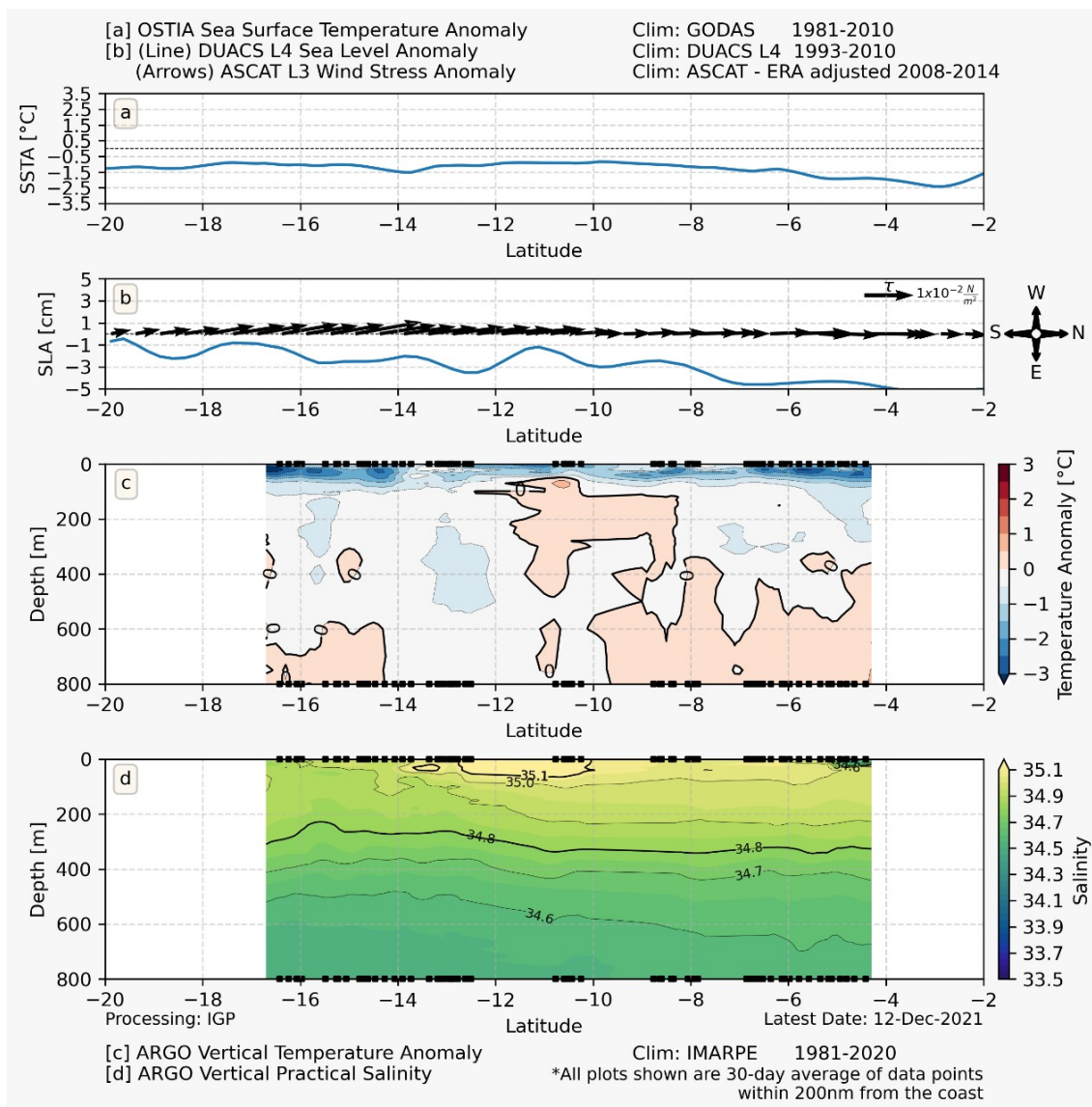


Figura 12. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente, 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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

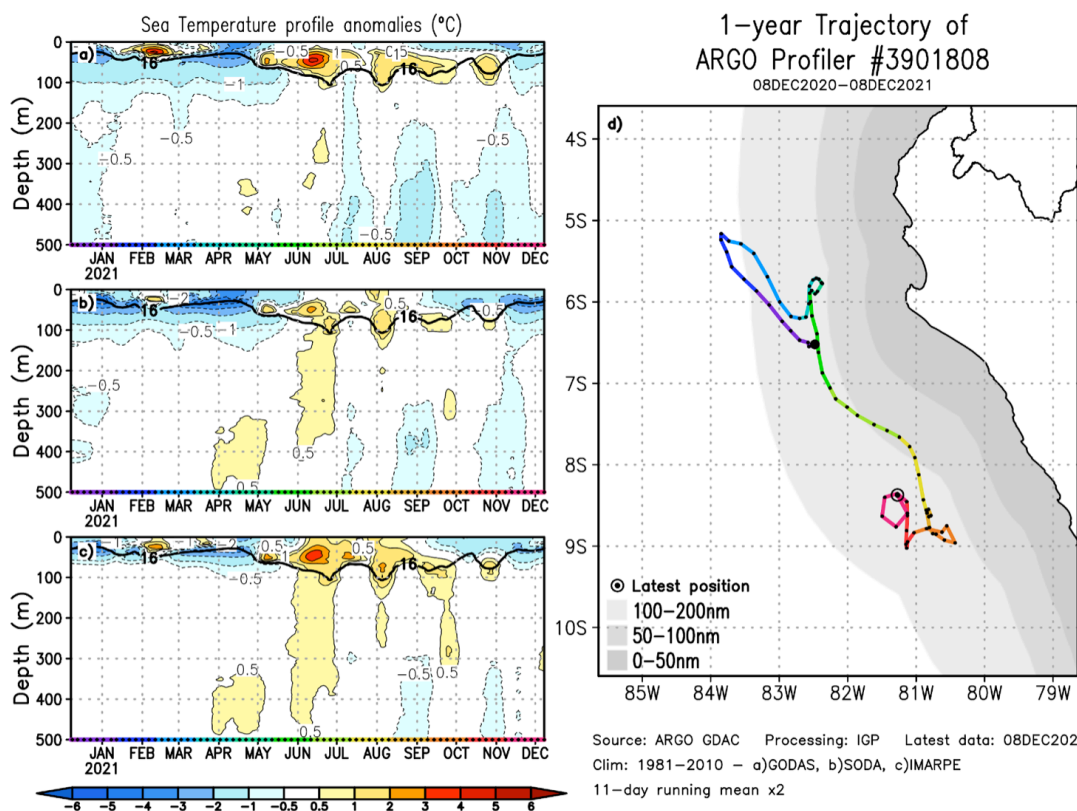


Figura 13. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901808. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días, en donde el círculo abierto representa la última posición del flotador. Elaborado por el GP.

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

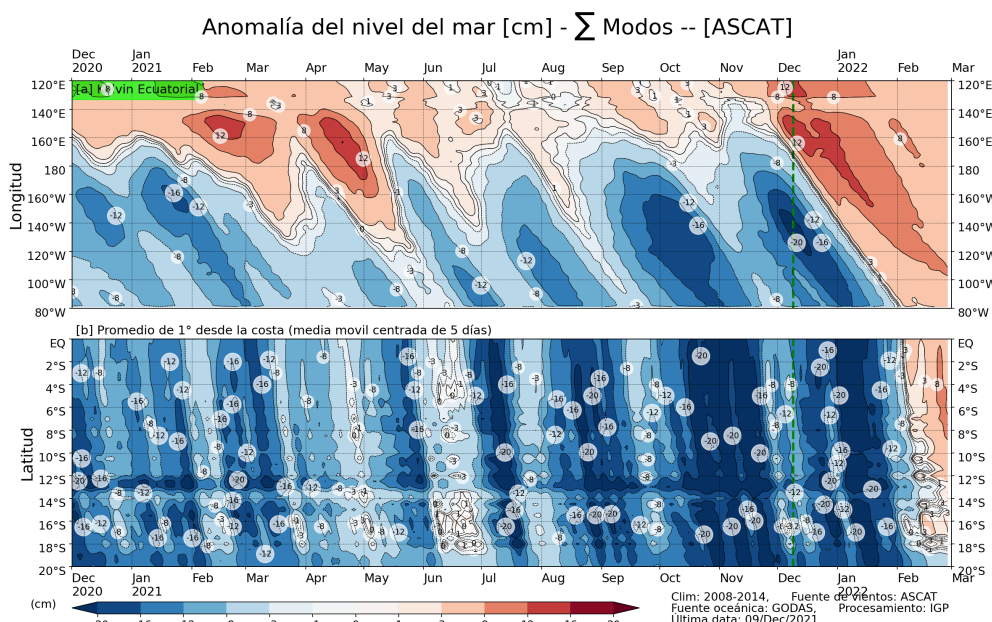


Figura 14. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con el producto de vientos denominado *ASCAT*. 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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

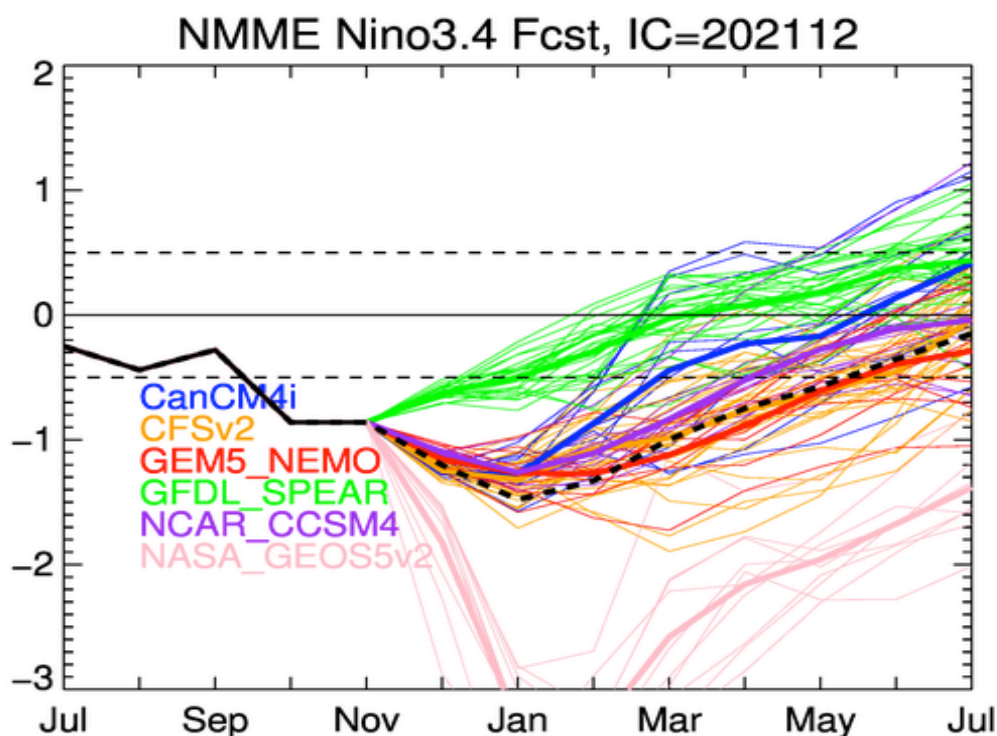


Figura 15. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCISM4 tienen como condición inicial de diciembre de 2021. Fuente: IGP, NOAA, NMME.

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

Condiciones Iniciales de Diciembre 2021

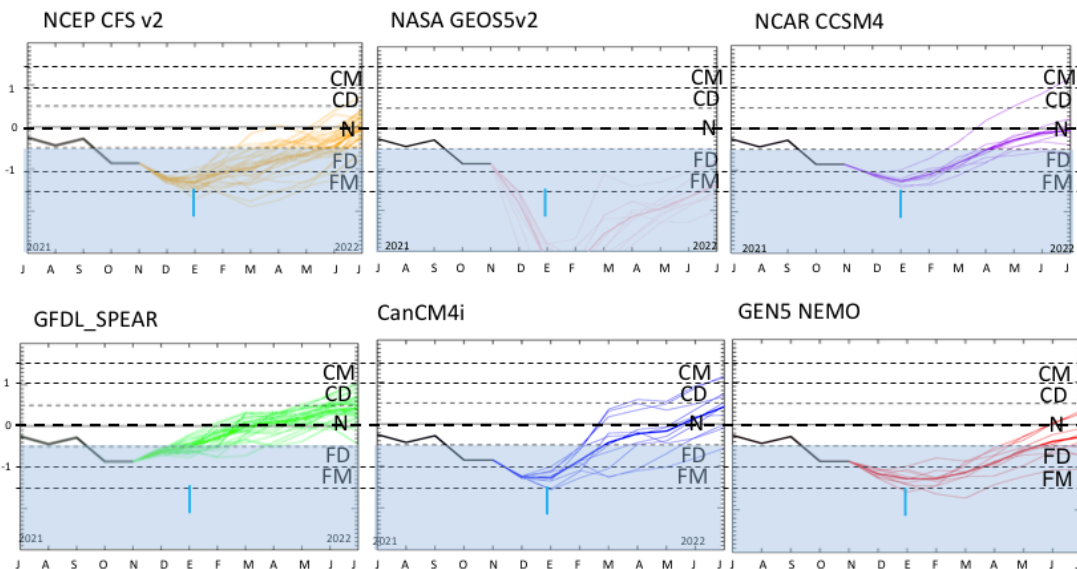


Figura 16. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.