

**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/EI Niño-IGP/2020-09
19/10/2020**

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

Resumen

Para el mes de agosto de 2020, el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), basado en la fuente de datos ERSSTv5 (ICENV5), indica la condición climática fría débil ($-1,14^{\circ}\text{C}$), mientras que el estimado con OISST(ICENOI) fría fuerte ($-1,42^{\circ}\text{C}$). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) para el mes de setiembre y octubre de 2020 indican condiciones frías débiles y neutra, respectivamente; mientras que con la base de datos de OISSTv2 las condiciones serían frías moderadas y frías débiles, respectivamente. Con respecto al Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) para el mes de agosto muestra una condición fría débil ($-0,59^{\circ}\text{C}$). Asimismo, los valores temporales del ONI para los meses de setiembre y octubre indican condiciones frías débiles y frías moderadas, respectivamente.

Según la data observada, satelital e in situ, las ondas de Kelvin frías estarían perdiendo energía antes de alcanzar la costa americana, esto como consecuencia, posiblemente, de la inclinación actual de la termoclina producida por el evento La Niña en el Pacífico central. Por otro lado, una onda de Kelvin fría se generó a mediados de setiembre en el Pacífico central y actualmente se localiza en 120°W . Se espera que esta onda arribe a la costa americana a inicios de noviembre. Los pulsos de viento del este, desarrollados a inicios de octubre, podrían proyectarse en una nueva onda de Kelvin fría que podría intensificar a la anterior.

Las predicciones numéricas de los siete modelos climáticos de NMME, inicializados con la información oceánica y atmosférica del mes de octubre de 2020, continúan indicando, en promedio y hasta abril de 2021, valores por debajo de su normal, pero sin llegar al rango de condiciones frías débiles frente a la costa peruana. En el Pacífico central, según los valores observados, se habría iniciado el evento La Niña desde el mes de setiembre de 2020, y, conforme a los valores pronosticados por los modelos de NMME, tendría un máximo en diciembre y duraría hasta el mes de abril de 2021.

Introducción

Empezando el año 2016, en el marco del programa presupuestal 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres", algunas instituciones que conforman la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" (ENFEN), bajo la coordinación del IMARPE, participan en el producto "Estudios para la estimación de los riesgos de desastres", en el cual el IGP contribuye con la actividad denominada "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño". El presente informe técnico es generado

en el marco de esta actividad, el cual es entregado al IMARPE, como coordinador de la actividad y presidencia de la comisión multisectorial del ENFEN, para ser utilizado como insumo en la evaluación periódica que dicha comisión realiza. El informe técnico generado posteriormente por la comisión multisectorial del ENFEN será la información oficial sobre el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño y asociados en el Perú.

Índice Costero El Niño

Utilizando la versión 5 de la información reconstruida extendida de la TSM (ERSSTv5), se calculó el ICEN para el mes de agosto, el cual indica una condición fría débil (ver Tabla 1). Asimismo, de manera alternativa, usando la interpolación óptima de la temperatura superficial del mar (TSM) de Reynolds y promediada sobre la región Niño 1+2, se calculó el ICEN (ICEOI) para el mes de agosto, el cual indica una condición fría fuerte (ver Tabla 1).

Hay que señalar que para calcular el ICEN e ICENOI, se utilizan los datos que son denominados, en cada una de estas bases de datos, como “datos en tiempo real”, los cuales se caracterizan por cambiar ligeramente su valor en el transcurso de los siguientes meses. Es por esta razón que pueden existir pequeñas discrepancias en el cálculo del ICEN para los meses anteriores cuando se use la data actualizada.

Tabla 1. Valores recientes del ICEN (columnas 3 y 4) e ICENOI (columnas 5 y 6).

Año	Mes	ICEN	Categoría	ICENOI	Categoría
2020	Mayo	0.02	Neutra	-0.20	Neutra
2020	Junio	-0.51	Neutra	-0.84	Neutra
2020	Julio	-0.93	Neutra	-1.27	Fría moderada
2020	Agosto	-1.14	Fría Débil	-1.42	Fría fuerte

Para los siguientes dos meses se generan versiones preliminares y temporales del ICEN (ICENTmp), los cuales se calculan utilizando 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 aprecian en la Tabla 2.

Tabla 2. ICEN temporales (ICENTmp) para setiembre y octubre son obtenidos de ERSST v5 (columnas 3 y 4) y OISST.v2 (columnas 5 y 6). El ICENTmp para setiembre (octubre) se calcula usando la información del promedio de los valores pronosticados de anomalía de la TSM de agosto (octubre y noviembre) de NMME.

Año	Mes	ICEN	Categoría	ICENOI	Categoría
2020	Setiembre	-1.04	Fría Débil	-1.23	Fría moderada
2020	Octubre	-0.95	Neutro	-1.01	Fría débil

Según los valores del ICENTmp de ERSSTv5 y OI para el mes de setiembre se esperarían condiciones frías débiles y frías moderadas, respectivamente; para el mes octubre, según las dos versiones se esperarían condiciones neutras y frías débiles, respectivamente. Estos resultados serían confirmados en los siguientes meses.

Índice Oceánico Niño (ONI)

Por otro lado, para el Pacífico central (Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>), actualizado por la NOAA al mes de agosto de 2020, es de -0.59°C , correspondiente a una condición fría débil¹.

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

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2020	Mayo	-0.01	Neutra
2020	Junio	-0.23	Neutra
2020	Julio	-0.38	Neutra
2020	Agosto	-0.59	Fría débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de setiembre y octubre de 2020, combinando observaciones y pronósticos de NMME, indican condiciones frías débiles y frías moderadas (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2020	Setiembre	-0.82	Fría Débil
2020	Octubre	-1.17	Fría Moderada

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Según los datos observados diarios (IR, MW y OSTIA) en las regiones Niño 3.4 y Niño 1+2, durante el mes de setiembre, las anomalías de la TSM fueron negativas; alcanzando las condiciones frías débiles en el Pacífico central y entre frías moderadas y frías débiles en la región Niño 1+2. La anomalía máxima registrada en el Pacífico central fue de -0.5°C y la mínima de -0.9°C en la primera y cuarta semana del mes, respectivamente (Figura 1a). En lo que respecta a la región Niño 1+2, la anomalía mínima fue de -1.6°C y la máxima de -0.7°C en la primera y cuarta semana del mes, respectivamente (Figura 1b).

Conforme a la información de las boyas instaladas a lo largo del Pacífico ecuatorial del proyecto TAO, las anomalías negativas del viento se mantienen negativas en las zonas 140°E - 140°W y 115°W - 90°W (Figura 2a). Con respecto a la profundidad de la isoterma de 20°C , esta mantuvo anomalías negativas al oeste de 115°W y positivas al este de este mismo punto (Figura 2b). Finalmente, en cuanto a la anomalía de la TSM, estas son negativas al oeste de 150°W (Figura 2c).

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).

Según la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto WindSat, se observaron, principalmente, intensos pulsos de viento del este en la segunda y cuarta semana del mes en las regiones 140°E-165°W y 160°E-160°W, respectivamente (ver Figura 3). Según la información de los datos de TAO, la inclinación de la termoclina es más inclinada de lo normal, aunque el contenido de calor se mantiene con valores cercanos a su normal (ver Figura 5). En lo relacionado a la profundidad de la isoterma de 20 °C, en la boya ubicada en la región oriental (95°W), se observan anomalías negativas, siendo próximas a su normal para finales de mes (Figura 6).

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

Según la información de los flotadores ARGO, de altimetría satelital, el paquete de ondas de Kelvin frías, generadas durante el mes de agosto en el Pacífico central, continúa afectando la región Niño 1+2; sin embargo, estas ondas habrían perdido intensidad en su propagación hacia el este, reflejándose en el poco impacto en el nivel del mar en la costa peruana. La pérdida de energía podría deberse a la inclinación de la termoclina (mayor a su normal) en este periodo de La Niña en el Pacífico central (Figura 4 y 9b).

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Sin la tendencia promedio que se viene observando en el último año, la información de DUACS (basada en altimetría satelital) a lo largo de la costa peruana y para el mes de setiembre muestra, en promedio, anomalías negativas (0°-8°S), y cercanas a su climatología (8°-18°S) (Figura 11b).

Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante setiembre entre 82.4°-82.2°W y 4.7°-5.9°S y a 100 mn frente a la costa norte del Perú, se observaron anomalías negativas que alcanzaron los 200 m de profundidad, siendo las más frías en la parte superficial, con anomalías de alrededor de -3 °C (ver Figura 12a y b). Utilizando la climatología de IMARPE, las anomalías habrían alcanzado los 300 m de profundidad para finales de mes de setiembre (Figura 12a).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

A mediados de setiembre, como consecuencia de los vientos del este en el Pacífico central se generó una onda de Kelvin fría, hasta el momento ha alcanzado los 120°W y, según los resultados de los modelos numéricos y la interpretación de los datos observados, se esperaría su arribo a la costa sudamericana a inicios del mes de noviembre (ver figuras 9, 10 y 4). El arribo de esta onda fría, contribuirá a mantener o intensificar las condiciones frías anómalas de la TSM, así como la disminución del nivel del mar en nuestra región.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, según siete modelos climáticos integrantes de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales del mes de octubre de 2020, se desarrollarían anomalías negativas mayores a -1° C entre los meses de octubre y abril de 2021, no obstante, estos valores estarían dentro del rango normal (ver Tabla 5 y Fig. 13).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los mismos modelos climáticos mencionados en el párrafo anterior, se esperan condiciones frías moderadas para el mes de octubre 2020, entre noviembre 2020 y enero de 2021 condiciones frías fuertes, para febrero 2021 condiciones frías moderadas y, finalmente, para marzo y abril de 2021 se esperan condiciones frías débiles. Por lo tanto, en base a estos pronósticos, se espera el desarrollo de un evento La Niña en el Pacífico central desde el mes de setiembre hasta abril de 2021 (ver Tabla 6 y Fig. 14).

Tabla 5. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de octubre de 2020.

Modelo	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2		-1.21	-1.14	-1.04	-1.11	-1.08	-0.98	-0.88
CanCM4i		-0.92	-0.72	-0.61	-0.58	-0.56	-0.56	-0.40
GEM_NEMO		-0.93	-0.79	-0.70	-0.60	-0.45	-0.37	-0.26
GFDL		-0.60	-0.32	-0.30	-0.28	-0.17	-0.02	0.32
NASA		-1.24	-1.21	-1.05	-0.85	-0.71	-0.46	-0.06
GFDL_FLOR		-0.52	-0.19	-0.18	-0.12	0.05	0.28	0.64
NCAR_CCSM4		-1.21	-1.01	-0.66	-0.51	-0.51	-0.55	-0.52
NMME		-0.95	-0.77	-0.65	-0.58	-0.49	-0.38	-0.17
ICENTmp	-1.08							

Tabla 6. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de octubre de 2020.

	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2		-1.18	-1.67	-2.05	-2.15	-1.84	-1.34	-0.94
CanCM4i		-1.28	-1.61	-1.73	-1.61	-1.37	-1.05	-0.82
GEM_NEMO		-1.22	-1.58	-1.74	-1.61	-1.36	-1.11	-0.97
GFDL		-1.06	-1.20	-1.13	-0.81	-0.41	-0.02	0.33
NASA		-1.66	-2.43	-2.72	-2.38	-1.69	-1.10	-0.75
GFDL_FLOR		-0.88	-0.93	-0.84	-0.54	-0.18	0.18	0.47
NCAR_CCSM4		-0.90	-1.23	-1.62	-1.96	-1.94	-1.63	-1.21
NMME		-1.17	-1.52	-1.69	-1.58	-1.26	-0.87	-0.56
ONItmp	-0.82							

Conclusiones:

1. El ICEN, calculado con la información de ERSSTv5, para el mes de agosto fue -1.14 (fría débil) y los valores temporales para setiembre y octubre son -1.04 (fría débil) y -0.95 (neutro), respectivamente. Por otro lado, el ICENOI indica para agosto el valor de -1.42 (fría fuerte), mientras que el ICENtmp para setiembre y octubre serían -1.23 (fría moderada) y -1.01 (fría débil), respectivamente.
2. En el Pacífico central, el ONI de agosto (JAS) es -0.59 , el cual corresponde a condiciones neutras. Los ONI-tmp para los meses de setiembre y octubre son fría débil (-0.82) y son fría moderada (-1.17), respectivamente.
3. La información de OLR, relacionada con la actividad convectiva, en las regiones ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) y ($170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) continúa mostrando valores superiores a su climatología.
4. Durante el mes de setiembre, las anomalías negativas del viento zonal, de la profundidad de la isoterma de 20°C y de la TSM se mantuvieron en casi todo el Pacífico ecuatorial.
5. Durante el mes de setiembre se desarrollaron pulsos de viento del este de distinta magnitud, entre 140°E y 120°W . Entre estos pulsos se destaca uno a mediados de setiembre y otro a inicios del mes de octubre.
6. Basado en los datos de TAO, la termoclina se mantiene más inclinada de lo normal mientras que el contenido de calor se encuentra alrededor de sus valores normales.
7. La onda de Kelvin fría, que se formó por el pulso de viento de inicios de setiembre, se localiza cerca de 120°W .
8. Según la data observada, satelital e in situ, las ondas de Kelvin frías estarían perdiendo energía antes de alcanzar la costa americana.
9. A lo largo de la costa peruana, según la información de altimetría satelital, los valores del nivel del mar han disminuido desde la quincena de setiembre. Es posible que esto se deba al paso de la onda de Kelvin fría.
10. La onda de Kelvin fría, formada por el pulso de viento del este a mediados de setiembre, arribaría a la costa peruana a inicios del mes de noviembre aunque la su magnitud en el extremo oriental aparenta un debilitamiento.
11. Los pulsos de viento del este, desarrollados a inicios de octubre, podrían proyectarse en una nueva onda de Kelvin fría que podría intensificar la onda de Kelvin anterior.
12. Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de octubre de 2020, indican en promedio condiciones neutras entre los meses de octubre de 2020 y abril de 2021; sin embargo, sus anomalías son negativas en el mismo periodo, siendo menos frías en relación de la secuencia mensual.
13. Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indica condiciones frías moderadas en el mes de octubre, condiciones frías fuertes entre los meses de noviembre y enero de 2021, condiciones frías moderadas para febrero de 2021 y condiciones frías débiles tanto para marzo como para abril de 2021.

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, 1, 4-7
- **Reupo, J., y Takahashi, K.**, 2014: Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 8-9.
- **Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C.**, Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W., 2017:

Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. Int. J. Climatol. Doi:10.1002/joc.5185

- **Takahashi, K.**, 2017: Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 8-9.
- **Takahashi, K., Martínez, A. G.**, 2016: The very strong El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. Climate Dynamics, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.
- Thoma M, Greatbatch R, Kadow C, Gerdes R, 2015: Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. Geophys. Res. Lett. doi:10.1002/2015GL064833

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

<http://intranet.igp.gob.pe/productonino/>

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Lic.

Gerardo Rivera, Bach.

Agradecimientos

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

Figuras

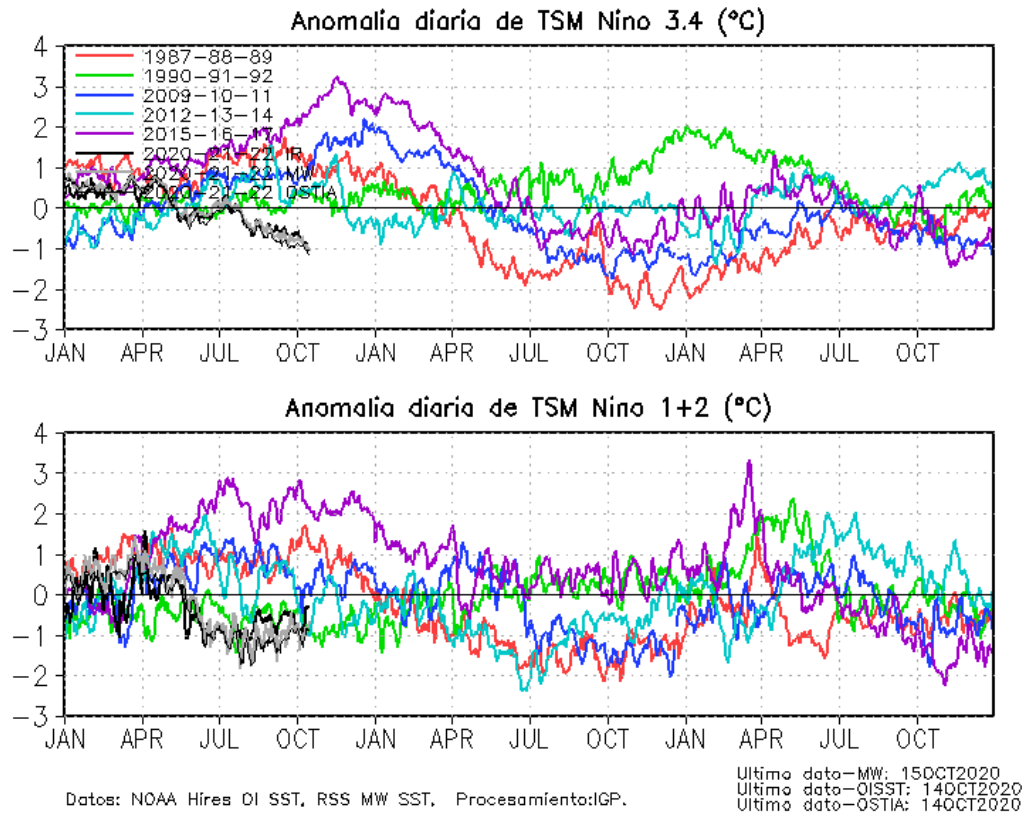


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color rojo, azul, celeste y verde indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años El Niño 1987-1989, 1990-1992, 2009-2011, 2012-2014, 2015-2017. Elaboración: IGP.

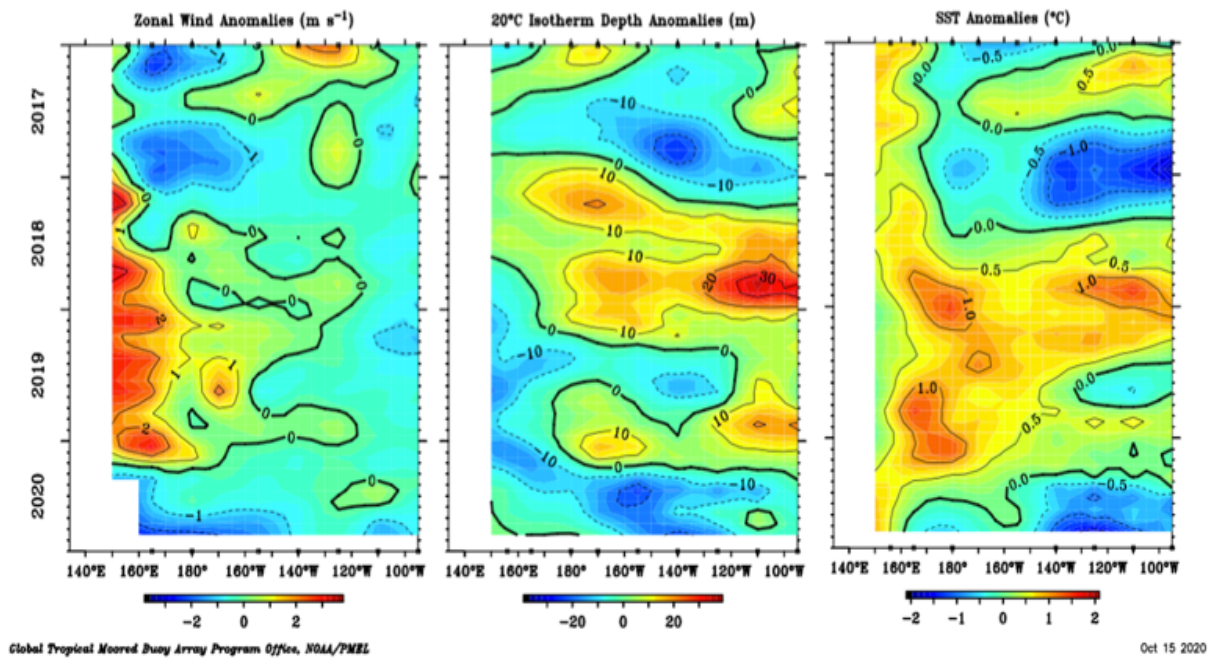


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía de: (a) el viento zonal, (b) la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) y (c) la temperatura superficial del mar; a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-1°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

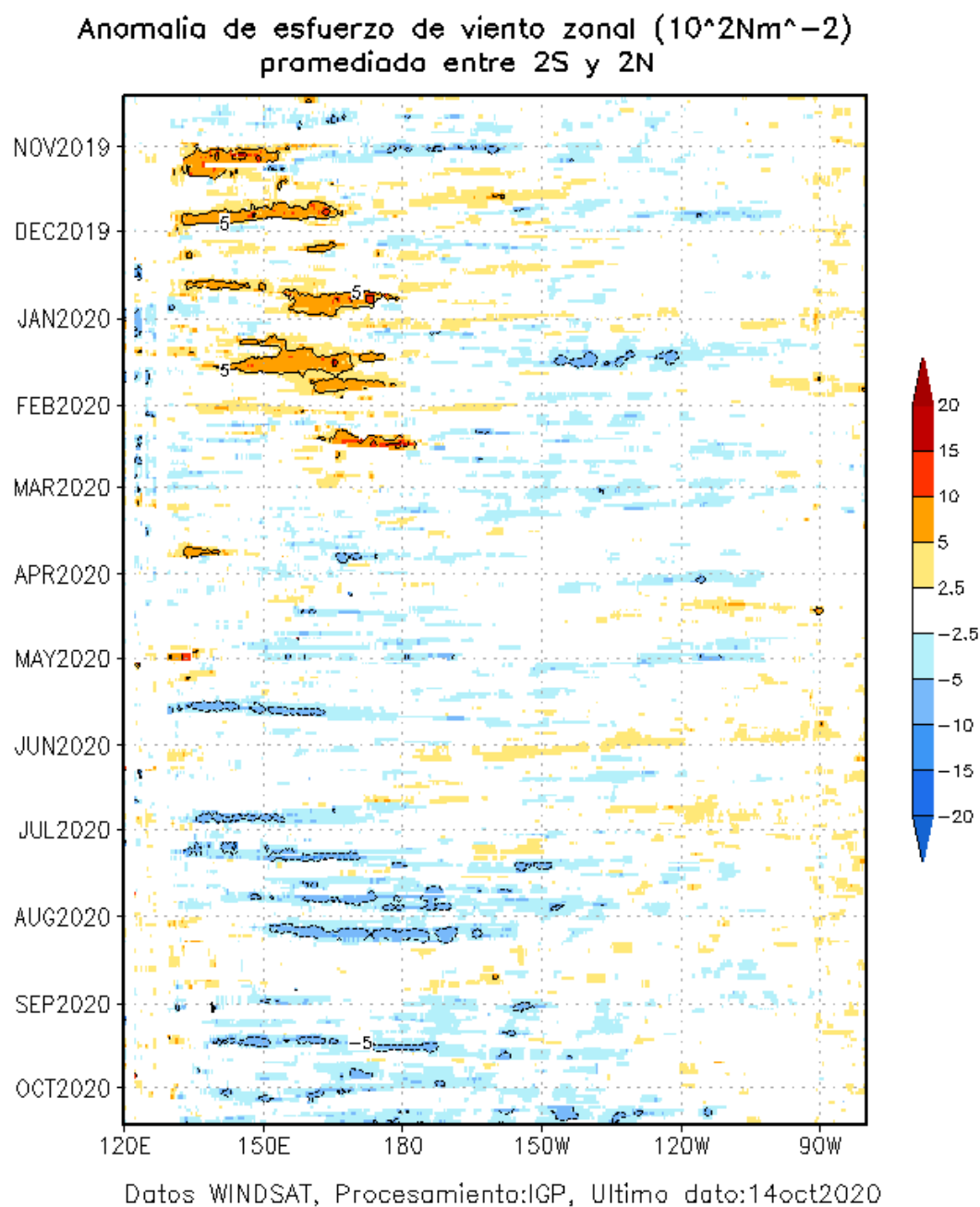


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT hasta el 14 de octubre 2020. Elaboración: IGP.

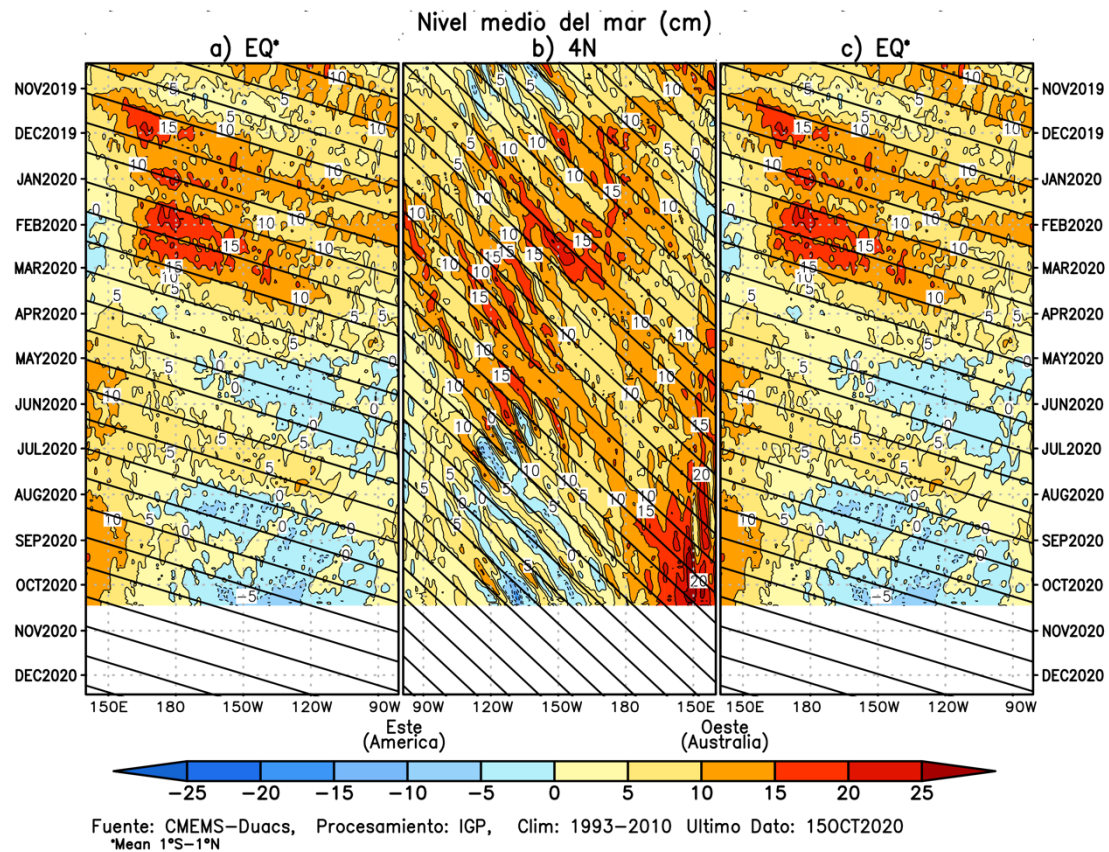


Figura 4. Diagramas longitud- tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico usando el producto DUACS. Las figuras (a) y (c) son las mismas y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial, mientras que (b) a lo largo de 4°N pero con el eje zonal de Este a Oeste. Las líneas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

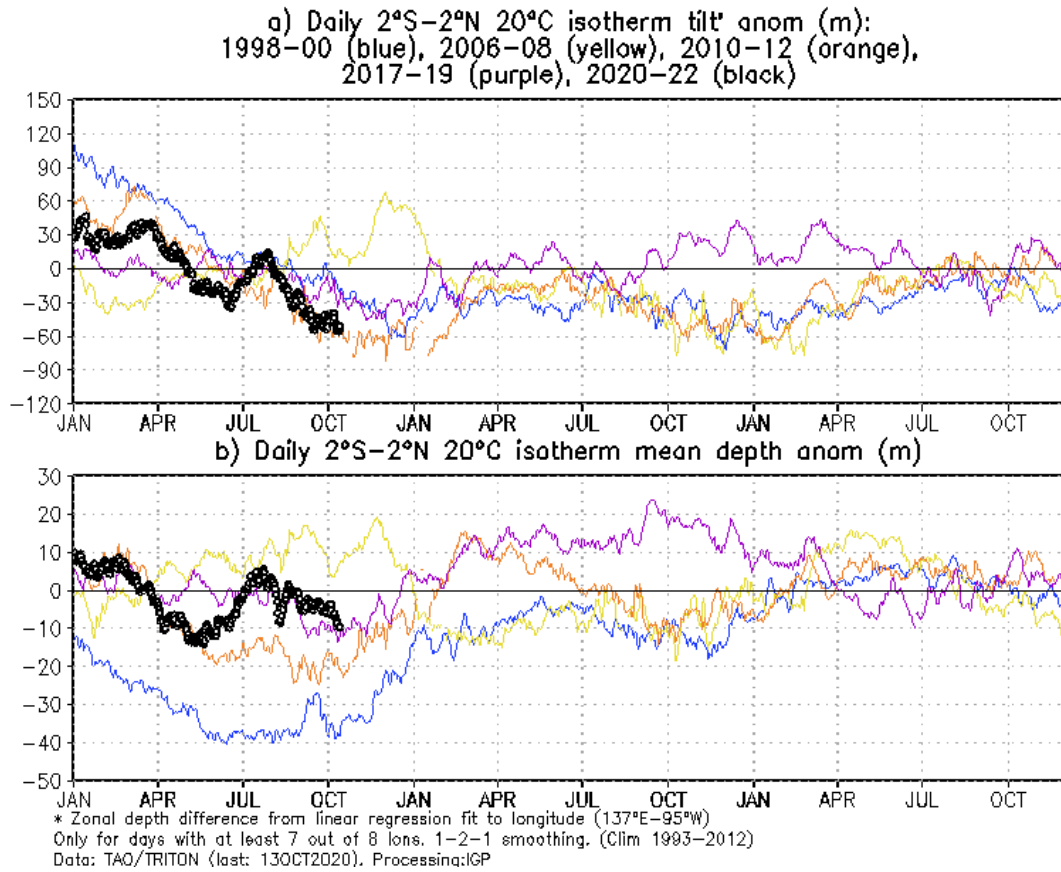


Figura 5 a) Inclínación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.

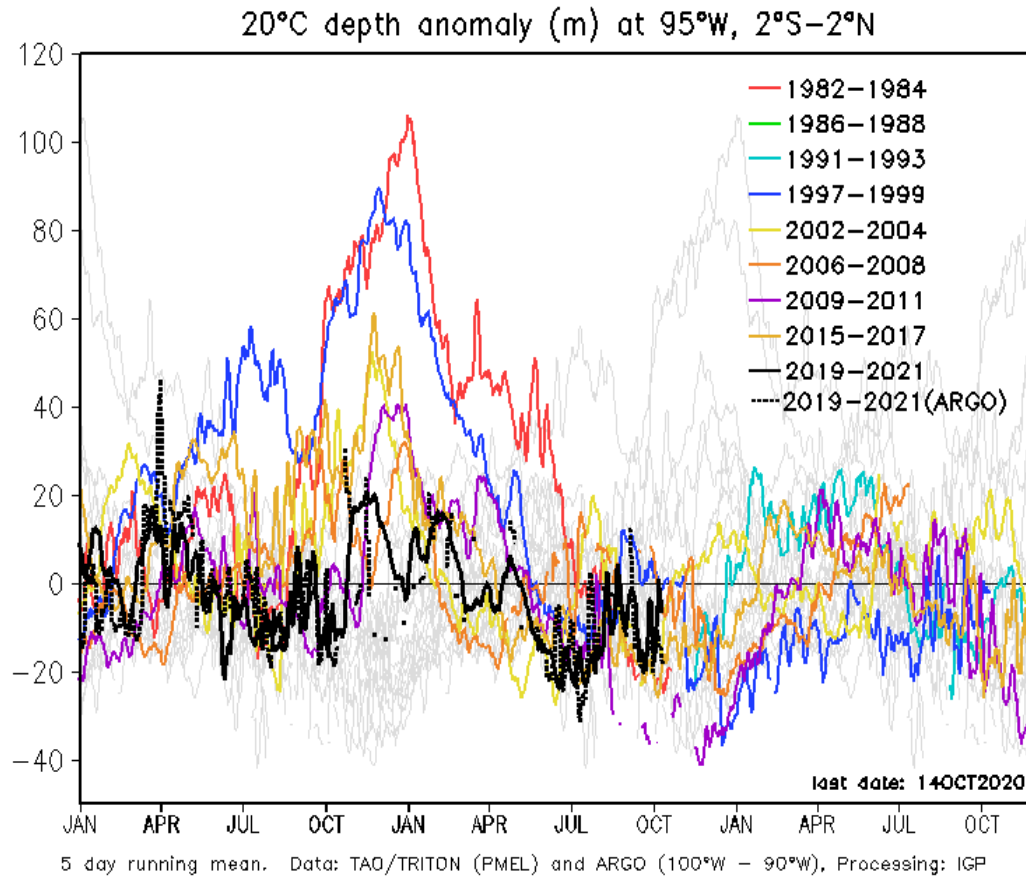


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.

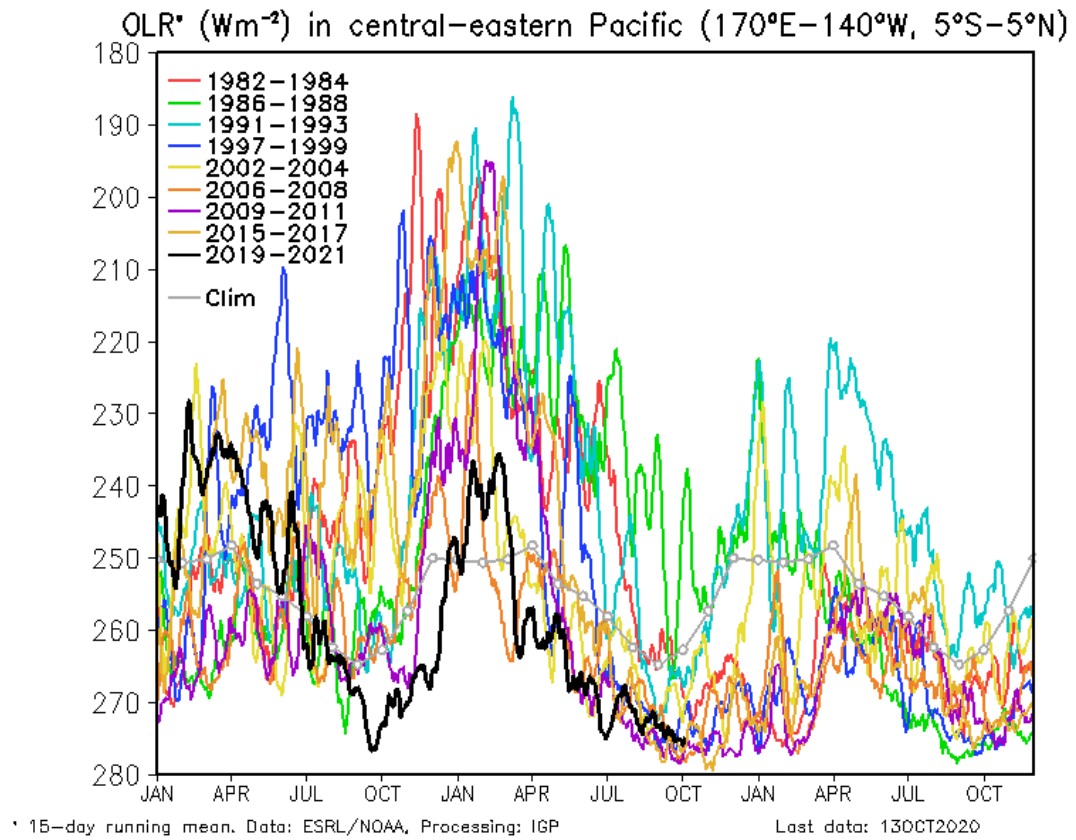


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

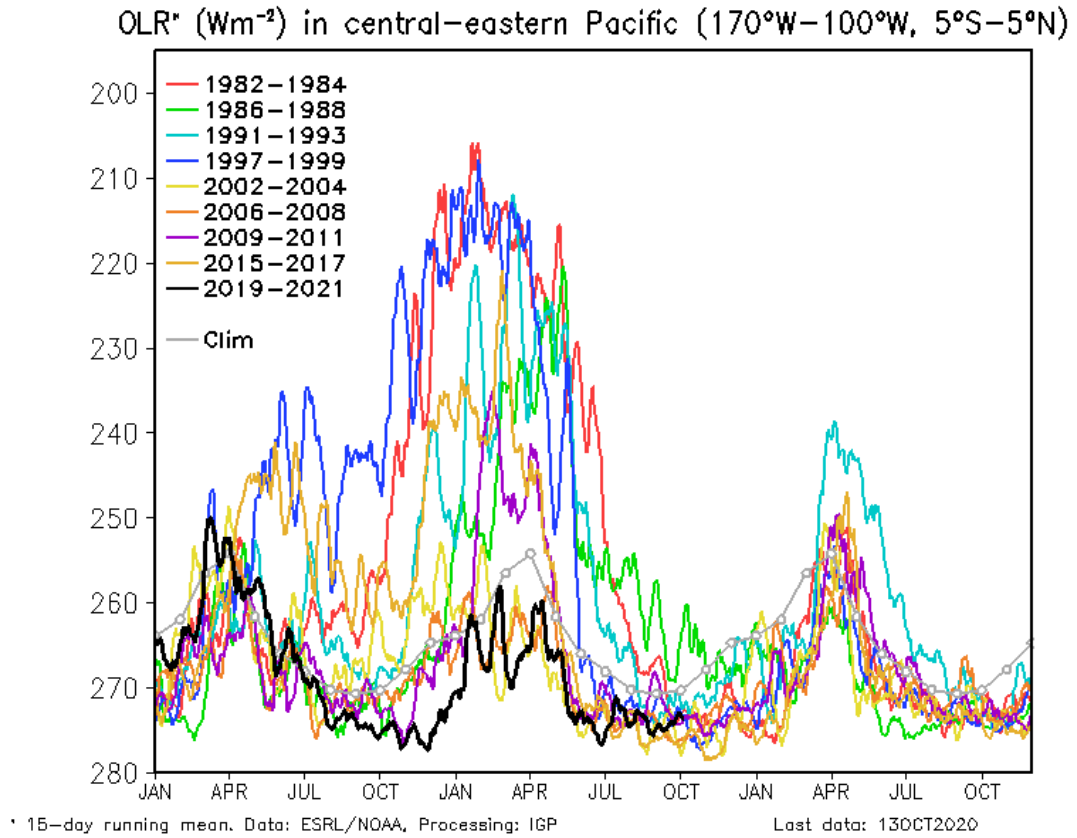
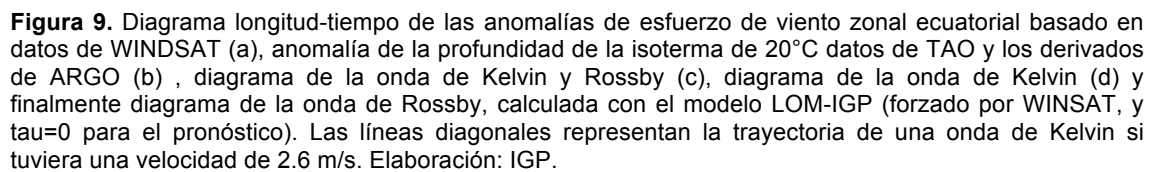


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.



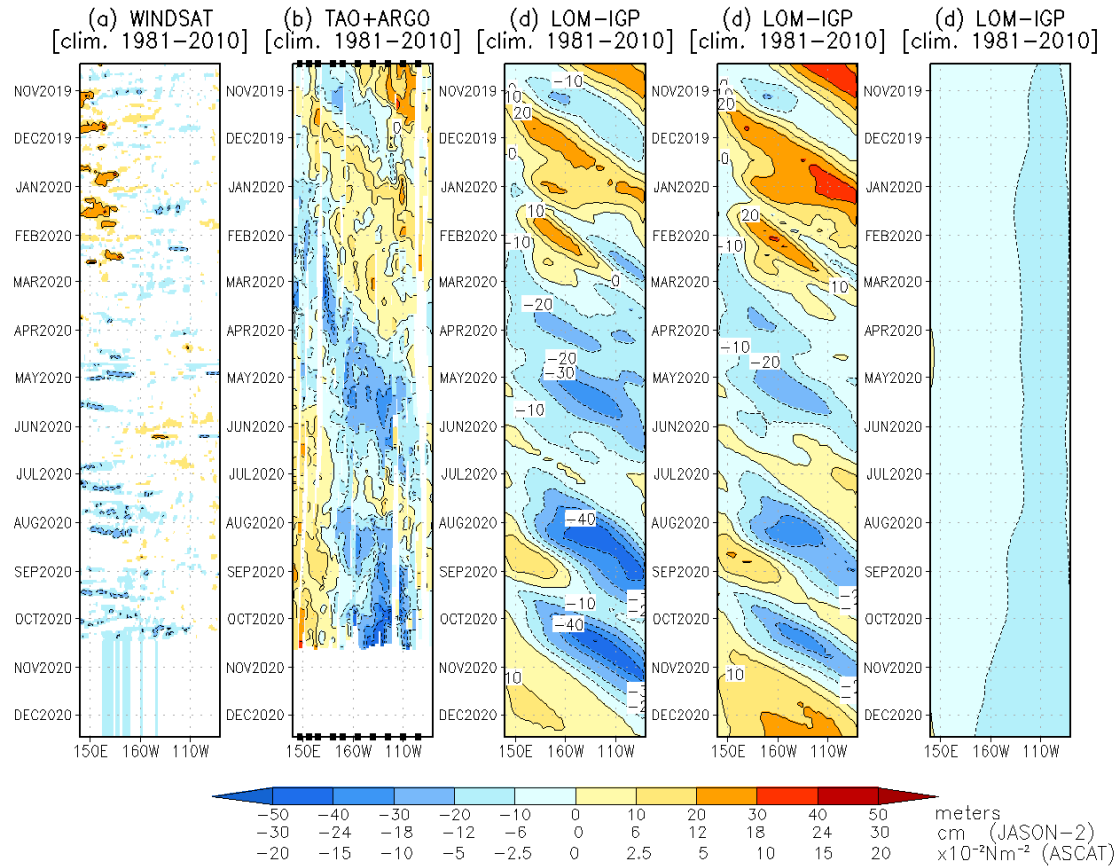


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda de Kelvin (tercer panel), onda de Kelvin intraestacional (cuarto panel), Onda de Kelvin interanual multiplicado por un factor de dos (quinto panel). Las tres figuras de la derecha son resultados numéricos de un modelo oceánico lineal, forzado con información de vientos de WINDSAT. Las líneas diagonales representan la trayectoria que tendría la onda de Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. Elaboración: IGP.

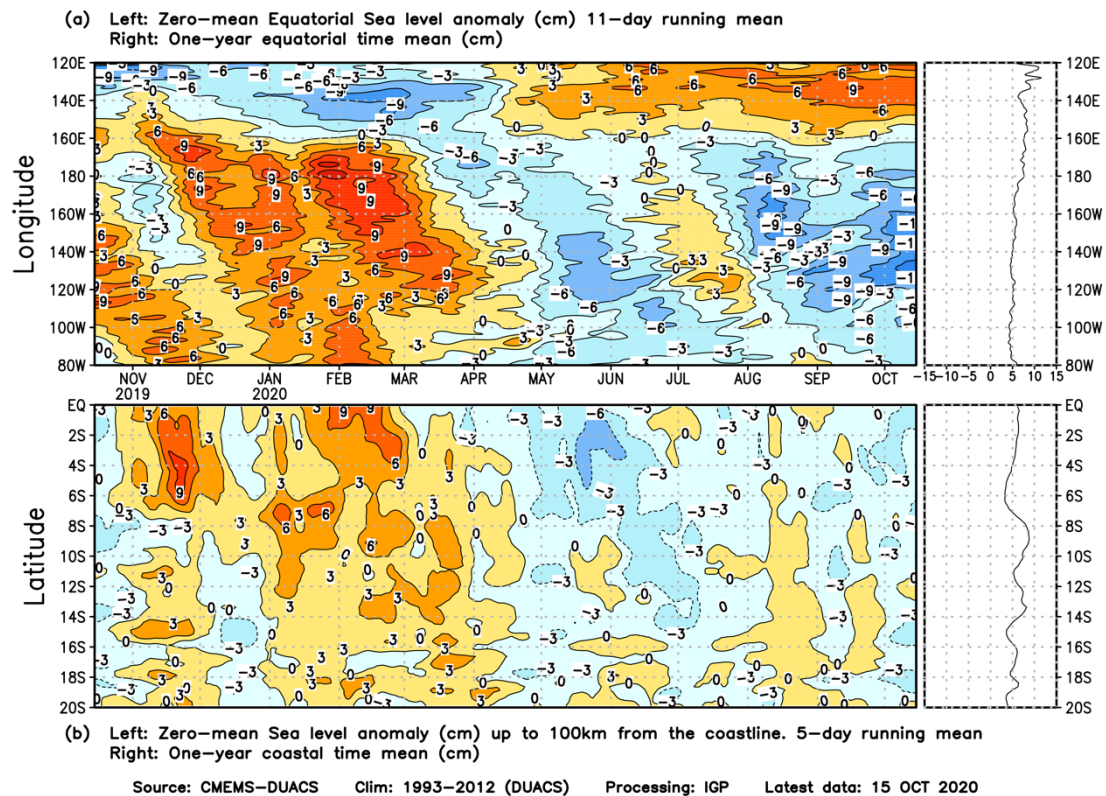


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

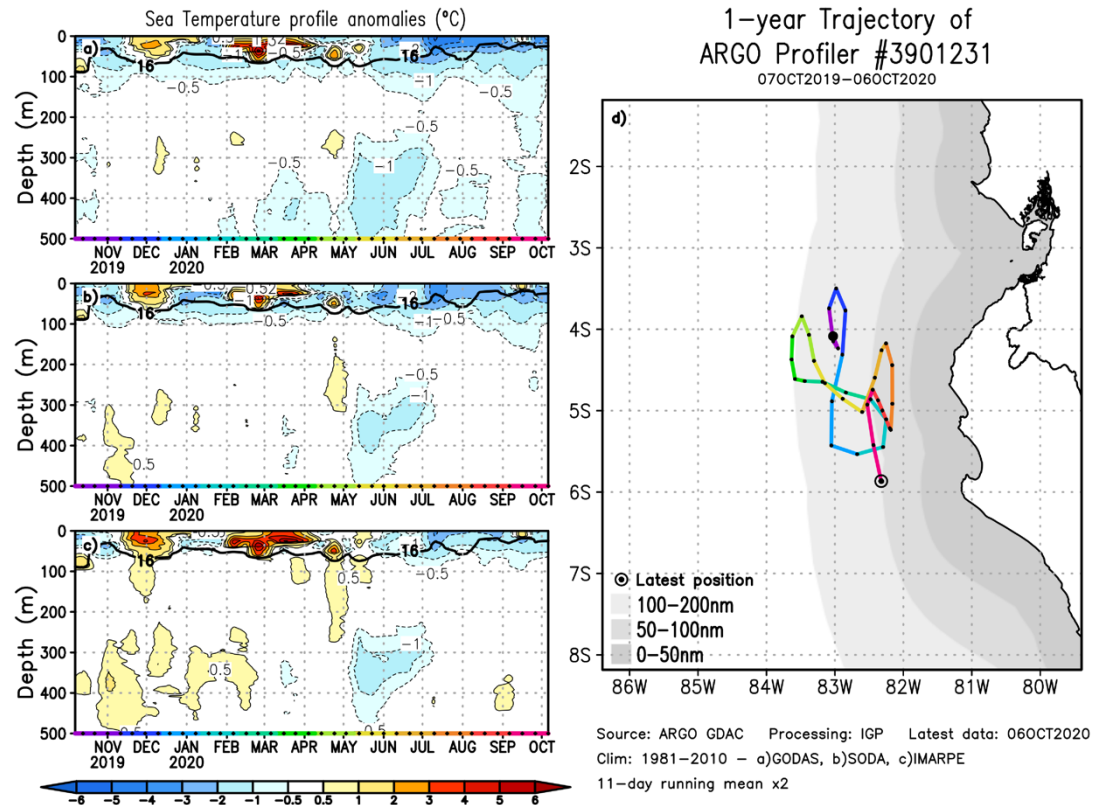


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días, en donde el círculo abierto indica la última posición del flotador.

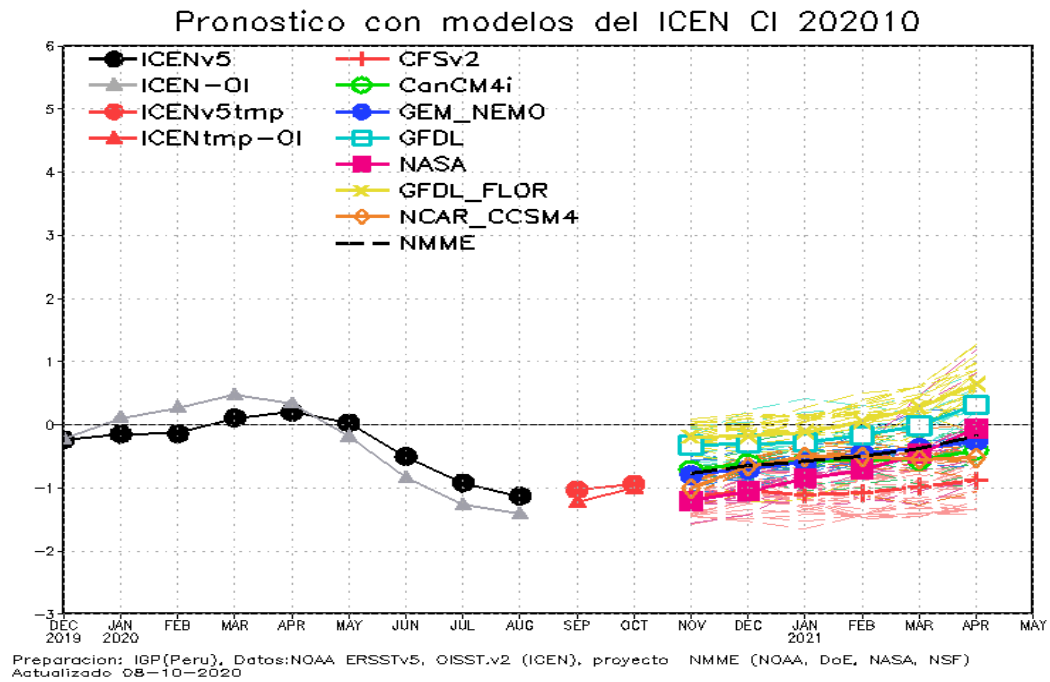


Figura 13. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv5; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2) y sus valores temporales (ICENV5tmp, rojo con círculo lleno, ICENTmp-OI, rojo con triángulos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de octubre de 2020. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

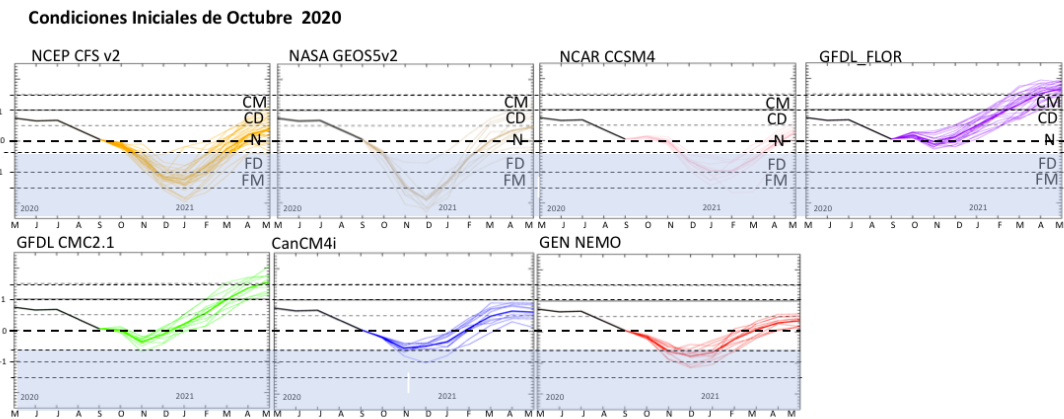


Figura 14. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.