



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



Programa Presupuestal por Resultados N° 068
"Reducción de vulnerabilidad y atención de
emergencias por desastres".
Producto: "Estudios para la estimación
del riesgo de desastres"

BOLETÍN TÉCNICO

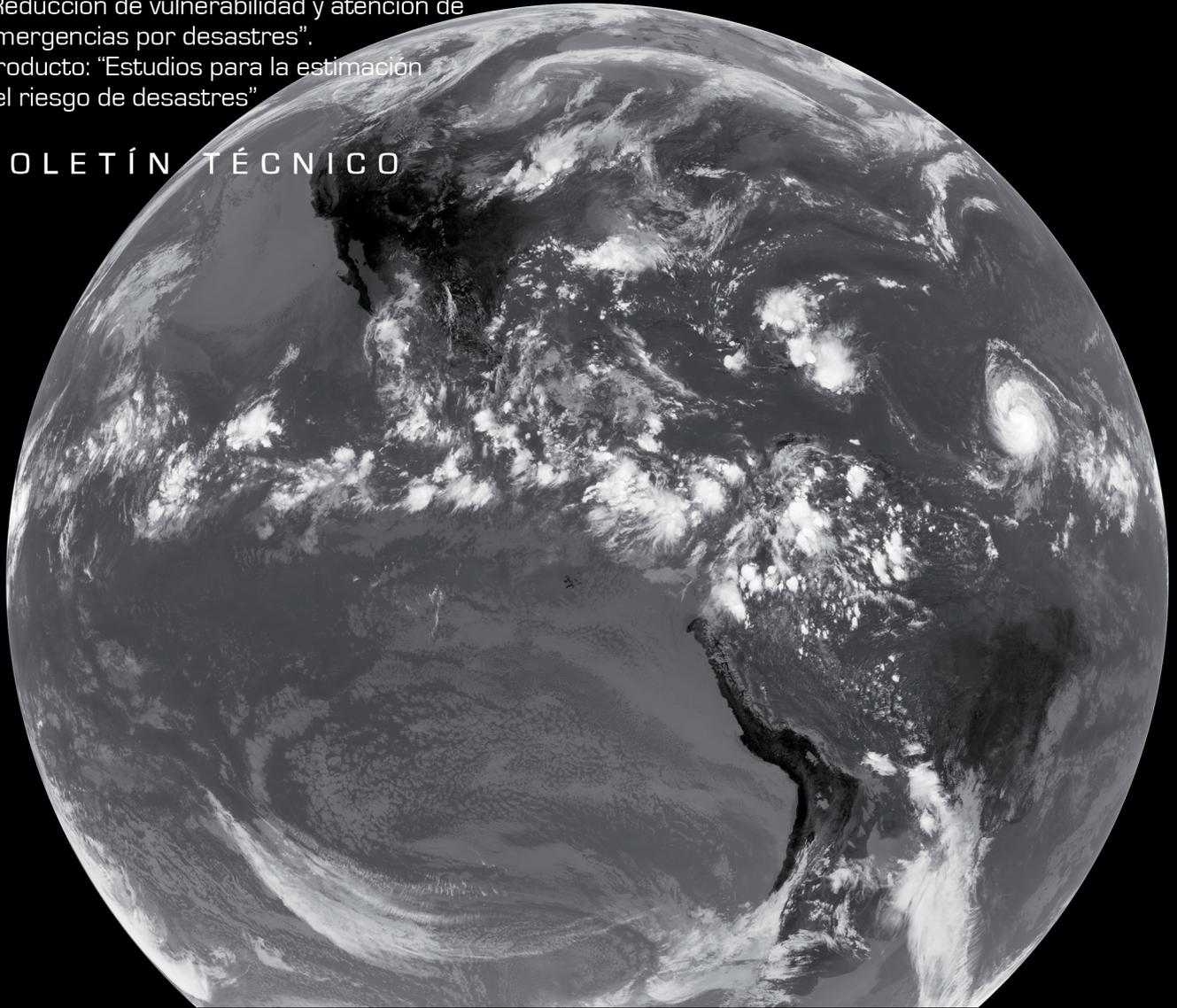


Foto: Proyecto GOES NASA

GENERACIÓN DE INFORMACIÓN Y MONITOREO DEL FENÓMENO EL NIÑO

**Impactos de la concurrencia de la Oscilación
Madden-Julian (MJO) y de El Niño-Oscilación
Sur (ENOS) en las temperaturas mínimas de
verano en los Andes centrales del Perú**

VOL. 5 N° 11 NOVIEMBRE 2018

Contenido

3 - 4

Introducción

5 - 10

Artículo de Divulgación Científica

11 - 12

Talleres El Niño

13 - 16

Resumen del Informe Técnico

17 - 19

Comunicados Oficiales del ENFEN

Créditos

Programa Presupuestal N° 068 "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres".
Producto: "Estudios para la estimación del riesgo de desastres".
Actividad: "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño".

Fabiola Muñoz
Ministra del Ambiente

Hernando Tavera
Presidente Ejecutivo IGP

Danny Scipión
Director Científico IGP

Yamina Silva
Directora de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera

Kobi Mosquera
Responsable de la elaboración del Boletín
El Niño - IGP

Equipo científico: Kobi Mosquera, Jorge Reupo, Berlín Segura, André Galdós

Edición: Katherine Morón
Diseño y Diagramación: Luis Miguel Ybañez

Carátula: Imagen satelital del territorio peruano
Foto: Proyecto GOES NASA

Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
IV Etapa - Ate
Teléfono (511) 3172300

Impreso por:
INVERSIONES IAKOB S.A.C.
Telf. (051-1) 2963911
Dirección: Av. Iquitos 1481 – La Victoria

Lima, diciembre de 2018

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-02860

Introducción

El Programa Presupuestal por Resultados (PPR) es una estrategia de gestión pública que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. Dichos resultados se vienen implementando progresivamente a través de los programas presupuestales, las acciones de seguimiento del desempeño sobre la base de indicadores, las evaluaciones y los incentivos a la gestión, entre otros instrumentos que determina el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Presupuesto Público, en colaboración con las demás entidades del Estado.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) viene participando en el Programa Presupuestal por Resultados 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres". A partir del año 2014, algunas de las instituciones integrantes de la Comisión Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) participan en este PPR con el producto denominado "Estudios para la estimación del riesgo de desastres", que consiste en la entrega en forma oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural oceáno-atmosférico, mediante informes técnicos mensuales, que permitan la toma de decisiones a autoridades a nivel nacional y regional.

A este producto, el IGP contribuye con la actividad "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño", la cual incluye la síntesis y evaluación de los pronósticos de modelos climáticos internacionales, el desarrollo y validación de nuevos modelos de pronóstico, así como el desarrollo de estudios científicos que fortalecerá en forma continua la capacidad para este fin.

El presente Boletín tiene como objetivo difundir conocimientos científicos, avances científicos y noticias relacionadas a este tema, con la finalidad de mantener informados a los usuarios y proporcionarles las herramientas para un uso óptimo de la información presentada. Además, comparte una versión resumida del Informe Técnico que el IGP elabora mensualmente para cumplir con los compromisos asumidos en el marco del PPR 068. Dicho Informe contiene información actualizada operativamente y proporcionada por el IGP como insumo para que el ENFEN genere en forma colegiada la evaluación final que será diseminada a los usuarios. Se advierte que, en caso de discrepancias, el Informe Técnico del ENFEN prevalecerá.

Los resultados de esta actividad están disponibles en: <http://intranet.igp.gob.pe/productonino/>



El Instituto Geofísico del Perú es una institución pública al servicio del país, adscrito al Ministerio del Ambiente, que genera, utiliza y transfiere conocimientos e información científica y tecnológica en el campo de la geofísica y ciencias afines, forma parte de la comunidad científica internacional y contribuye a la gestión del ambiente geofísico con énfasis en la prevención y mitigación de desastres naturales y de origen antrópico.

En el marco de la Comisión Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), el IGP rutinariamente aporta información experta sobre modelos y pronósticos relacionados con El Niño y fenómenos asociados.



ENFEN

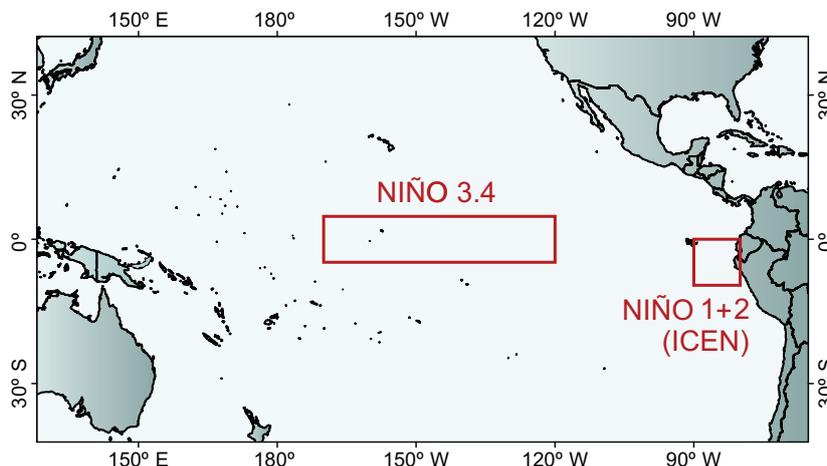
La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformada por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA, INDECI y CENEPRED, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

Esta Comisión es de naturaleza permanente, depende del Ministerio de la Producción y tiene por objeto la emisión de informes técnicos de evaluación y pronóstico de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico-pesqueras, ecológico marinas e hidrológicas que permitan mejorar el conocimiento del Fenómeno "El Niño" para una eficiente y eficaz gestión de riesgos (Decreto Supremo N° 007-2017-PRODUCE).

Para este fin, el ENFEN realiza el pronóstico, monitoreo y estudio continuo de las anomalías del océano y la atmósfera del mar peruano y a nivel global, a través de la elaboración de estudios y análisis científicos basados en la información proveniente de diversas redes de observación y modelos de variables oceanográficas, meteorológicas, hidrológicas y biológico-pesqueras. También, emite mensualmente pronunciamientos que son preparados colegiadamente, acopiando la mejor información científica disponible y de competencia de cada institución respecto de su sector y genera la información técnica para su difusión a los usuarios.

Además, un objetivo central del ENFEN es estudiar el Fenómeno El Niño, con el fin de lograr una mejor comprensión del mismo, poder predecirlo y determinar sus probables consecuencias, lo cual se desarrolla mediante la investigación científica.

El ENFEN es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados



El mapa muestra las dos regiones que definen los principales índices de temperatura superficial del mar utilizadas para monitorizar El Niño y La Niña. La región Niño 1+2 (90°-80°W, 10°S-0°), en la que se basa el Índice Costero El Niño (ICEN), se relaciona con impactos en la costa peruana, mientras que la región Niño 3.4 (5°S-5°N, 170°W-120°W) se asocia a impactos remotos en todo el mundo, incluyendo los Andes y Amazonía peruana.

Impactos de la concurrencia de la Oscilación Madden-Julian (MJO) y de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) en las temperaturas mínimas de verano en los Andes centrales del Perú



MSc Juan Sulca
INVESTIGADOR ASOCIADO DEL
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ
(IGP)

MSc en Ciencias de la University at Albany-SUNY en New York, EE.UU. y Físico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Actualmente es investigador asociado en la Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrosfera del IGP. Es autor de artículos publicados en revistas científicas internacionales y, recientemente, su investigación está enfocada en los impactos del ENOS en las lluvias de América del Sur a través de teleconexiones atmosféricas.



Mathias Vuille, Ph.D
PROFESOR
ASOCIADO DE LA
UNIVERSITY AT
ALBANY-SUNY EN
NEW YORK, EE.UU.



Paul Roundy, Ph.D.
PROFESOR
ASOCIADO DE LA
UNIVERSITY AT
ALBANY-SUNY EN
NEW YORK, EE.UU.



Ken Takahashi, Ph. D
INVESTIGADOR
CIENTÍFICO
DEL INSTITUTO
GEOFÍSICO DEL
PERÚ (IGP)



Dr. Jhan Carlo Espinoza
INVESTIGADOR
CIENTÍFICO
DEL INSTITUTO
GEOFÍSICO DEL
PERÚ (IGP)



Dra. Yamina Silva
INVESTIGADORA
CIENTÍFICA DEL
INSTITUTO GEOFÍSICO
DEL PERÚ (IGP)



MSc Grace Trasmonte



Ricardo Zubieta, Ph.D.
INVESTIGADOR
CIENTÍFICO DEL
INSTITUTO GEOFÍSICO
DEL PERÚ (IGP)

INTRODUCCIÓN

La Cuenca del río Mantaro (CM) está localizada en los Andes centrales del Perú ($10^{\circ}34'-13^{\circ}35'S$, $73^{\circ}55'-76^{\circ}40'W$) cubriendo un área aproximada de $34,550 \text{ km}^2$ (Figura 1). La CM es una región andina muy compleja, con alturas que varían entre 500 y 5,350 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), donde su altura media es de 3,800 m.s.n.m. La CM frecuentemente registra eventos fríos extremos que dañan los cultivos locales (Trasmonte et al., 2008), Sulca et al. (2018b) demostró que las anomalías negativas de la temperatura mínima asociadas a estos episodios de frío extremo pueden cubrir una mayor área que la misma Cuenca (ver la Figura 3a de Sulca et al., 2018b).

La Oscilación de Madden-Julian (MJO, por sus siglas en inglés) es una circulación atmosférica anómala de gran escala, la cual es originada en la región occidental del Océano Índico y está confinada en los trópicos, asimismo, tiene la característica de propagarse hacia el este con una velocidad aproximada de 5 a 10 m/s. La MJO tiene periodos de entre 30 y 90 días (Madden and Julian, 1972; 1994) y su máxima intensidad ocurre dos veces al año: verano y otoño del hemisferio sur. Si bien siempre se ha buscado distintas formas de identificar estas oscilaciones, en la actualidad existe un índice muy usado que es denominado Real-time Multivariate MJO (RMM). Este índice se obtiene de las dos primeras componentes principales que resultan de aplicar las Funciones Empíricas Ortogonales a la data diaria

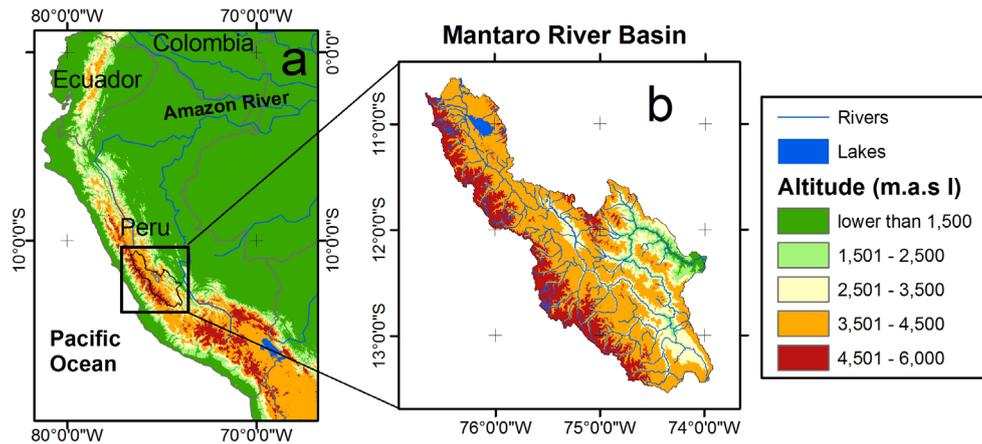


Figura 1. Localización de la cuenca del Mantaro: (a) localización del Perú y (b) localización de la Cuenca del Mantaro. Adaptado de Sulca et al. (2018b).

filtrada (sin influencia estacional e interanual) de vientos zonales a 850hPa y 200hPa, así como al OLR (*Outgoing Longwave Radiation*) en la franja ecuatorial (Wheeler y Hendon, 2004; de aquí en adelante WH2004). Asimismo, en ese mismo documento, se establece las llamadas fases (8), que representan la localización de la fase activa de la MJO (de aquí en adelante, cuando se mencione fases éstas se referirán a las de la MJO).

WH2004 explica que para el verano del hemisferio sur (Figura 2), la fase 1 representa el decaimiento de un episodio MJO en el Pacífico central, mientras que un incremento de convección de un evento MJO es observado en África y el Océano Índico occidental. Durante las siguientes Fases, la convección sobre el Océano Índico se desarrolla y se mueve hacia el este, y, a medida que pasa por la superficie australiana, se desplaza

hacia el sur para concentrarse alrededor de 15°S (fase 5). El movimiento hacia el este de las anomalías del viento de 850 hPa es más rápido. Por lo tanto, la convección profunda en las fases 2 y 3 (sobre el Océano Índico) está casi en cuadratura con el viento, mientras que en la fase 7, es decir sobre el Pacífico, está localizada dentro de los vientos del oeste. En contraste, las fases 1 y 2 presentan una profunda convección sobre el Océano Índico occidental, lo que contribuye a la formación de los trenes de onda Rossby de latitud media que se propagan hacia la parte más austral del continente sudamericano (ver la Figura 14.1 de Roundy, 2012).

Si bien estas oscilaciones están muy relacionadas al ENSO, pocos estudios existen sobre los impactos de las mismas en la temperatura mínima diaria sobre el continente sudamericano. Para el Perú, Álvarez et al.

Localización de las fases de la MJO

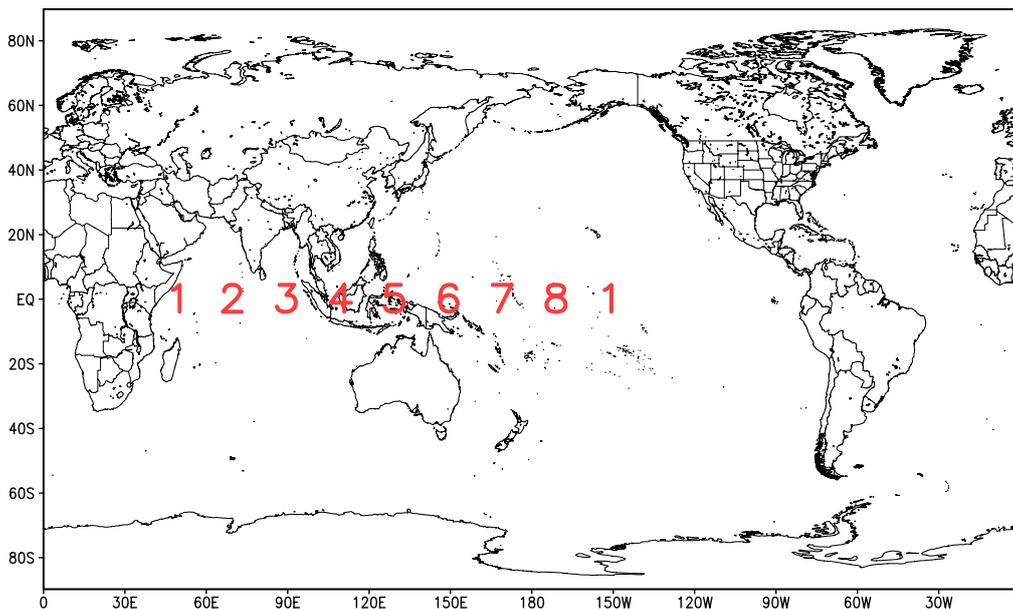


Figura 2. Localización de las fases de la Oscilación Madden-Julian. Adaptado de Donald et al. (2004).

(2016) documentó que las fases 8, 1, 2 y 3 (f8123) inducen anomalías negativas de la temperatura mínima diaria durante el verano. Alvarez et al. (2016) también mostró que las f8123 tienen diferentes patrones de circulación regional sobre América del Sur (SA), lo que causó la identificación de dos mecanismos diferentes. El primero está asociado con una intensificación de la subsidencia a gran escala sobre los Andes peruanos como consecuencia de la mayor actividad convectiva sobre la parte tropical de SA, lo cual es el resultado de una propagación hacia el este de la MJO desde el Océano Pacífico del oeste hacia la parte tropical de SA. El segundo mecanismo está relacionado con la propagación hacia el Ecuador de las ondas Rossby a lo largo de las montañas de los Andes, lo que induce a una disminución de la temperatura de la superficie de los Andes.

El Niño–Oscilación Sur (ENOS) es un fenómeno acoplado entre el océano y la atmósfera que se desarrolla en el Pacífico tropical y tiene impactos en el clima a nivel mundial. El Niño y La Niña representan la fase positiva (caliente) y negativa (fría) del ENOS, respectivamente. Los cambios de la circulación de gran escala, asociados con las condiciones de El Niño y La Niña, han sido documentados alrededor del mundo a través de las teleconexiones atmosféricas y oceánicas, las cuales inducen impactos significativos en la sociedad y sistemas naturales (McPhaden et al., 2006). Para América del Sur, Vuille et al. (2000) and Garreaud et al. (2003) documentaron que las condiciones cálidas sobre el Pacífico central están asociadas con un incremento de la temperatura del aire de Sudamérica, al norte de 20°S, la cual cubre los Andes peruanos. Lo opuesto ocurre durante los eventos de La Niña.

La relación entre ENOS y la MJO ha sido estudiado extensamente (Kessler, 2001; Moon et al., 2011; y otros). Moon et al. (2011) documentaron que El Niño, por un lado, favorece la propagación al este de la MJO desde la fase 5 al 8, mientras que por el otro lado inhibe la propagación de la MJO durante las fases 1-4 debido a que El Niño induce una intensa baroclinicidad meridional, la cual debilita los flujos altos del Este sobre la parte ecuatorial y tropical de Sudamérica. Contrariamente, La Niña intensifica los flujos altos del Este sobre la parte ecuatorial y tropical del continente sudamericano y así inhibe la MJO sobre la parte ecuatorial y tropical de América del Sur entre las fases 5 y 8. Lo opuesto es observado desde la fase 1 a la 4 durante La Niña.

Existen pocos estudios sobre los impactos combinados de los eventos de ENOS y las fases de la MJO en las anomalías de temperatura mínima sobre SA durante el verano. Por ejemplo, Shimizu y Ambrizzi (2016) señalaron que El Niño debilita las anomalías negativas de la temperatura mínima (Tmin) en los Andes centrales y del sur de Perú durante la fase 1. Por el contrario, La Niña fortalece las anomalías negativas de la Tmin presentes en los Andes centrales de Perú en la fase 1. La Niña también induce anomalías negativas de Tmin en

todos los Andes peruanos y el Altiplano boliviano en la fase 3. La falta de anomalías de Tmin estadísticamente significativas sobre los Andes centrales peruanos durante las otras fases concurrentes con los eventos El Niño y La Niña se atribuyen a la resolución inadecuada de los datos de *reanalysis* sobre la compleja topografía de las montañas de los Andes. Lo último fue verificado en Sulca et al. (2018b), quienes compararon datos grillados del reanálisis y PISCO. Ellos mostraron que en algunos casos de eventos fríos extremos en los Andes centrales peruanos el *reanalysis* registra anomalías positivas de la Tmin mientras que anomalías negativas son registradas por los datos PISCO.

Por lo tanto, el presente estudio tiene por objetivo caracterizar los patrones de anomalías de Tmin cuando coinciden la MJO y las diferentes fases del ENOS durante el verano. La principal expectativa de este estudio es proporcionar material para la mejora del sistema de monitoreo de eventos fríos extremos en los Andes centrales peruanos y así reducir los daños en los cultivos locales.

■ DATOS Y METODOLOGÍA

En este trabajo se usan datos grillados para el periodo 1981–2016 de Tmin diaria obtenidos de la base de datos denominada PISCOt (Peruvian-interpolated data of the SENAMHI's climatological and hydrological observations, Huerta et al., 2017), la cual tiene una resolución horizontal de $0.05^\circ \times 0.05^\circ$ y está basado en las estaciones de Tmin diaria del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la cual está disponible para el público en general en el siguiente link: ftp://ftp.senamhi.gob.pe/PISCO_temperatura.

Las condiciones ENOS son definidas de acuerdo a un índice oceánico El Niño de la NOAA. Por lo cual, cada año es categorizado como Neutral, El Niño o La Niña. Información de este índice puede ser obtenido del siguiente link: (http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

Las fases de la MJO son definidos en base al índice Real-time Multivariate MJO (WH2004) que son proporcionados libremente en <http://www.bom.gov.au/climate/mjo/graphics/rmm.74toRealtime.txt>.

Por último, se usa el criterio de compuestos para identificar los patrones de anomalías de Tmin sobre la CM. Nosotros también aplicamos el Student's t-test (Wilks, 2011) para establecer la significancia estadística de los compuestos.

■ RESULTADOS

Un análisis de compuestos de las anomalías de la Tmin en todo el Perú en EFM para cada fase de la MJO asociados con los años neutros para evaluar el impacto

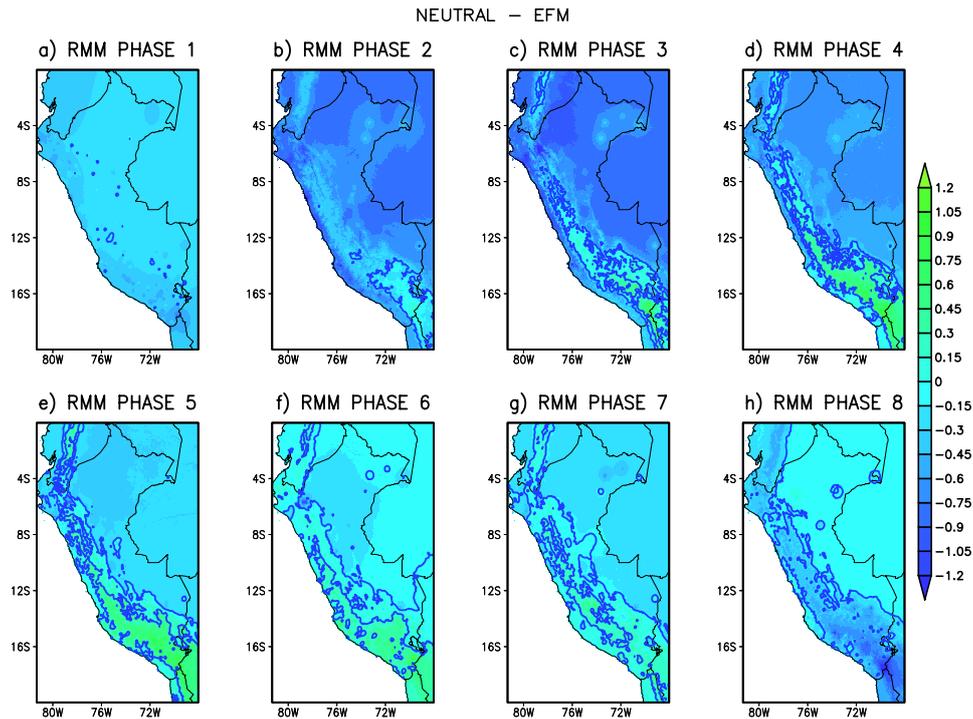


Figura 3. Compuestos de anomalías de temperatura mínima diaria para cada fase de la MJO durante los años neutrales en la estación de verano (enero-febrero-marzo) para el periodo 1980-2010. Líneas azules representan anomalías de temperatura mínima al 90% de nivel de confianza. El intervalo de los contornos es 0.15°C y el que corresponde a cero es omitido. Datos grillados de temperatura mínima de PISCOt-SENAMHI fueron usados en este análisis. Adaptado de Sulca et al. (2018b).

de cada fase en las anomalías de EFM T_{\min} sobre los Andes peruanos son mostrados en la Figura 3. Las Figuras 3a, b, g, h muestran anomalías negativas de T_{\min} en los Andes centrales peruanos desde la fase 7 a la 2, pero son más débiles y más fuertes en la fase 7 y en la fase 1, respectivamente. Las Figuras 3g, h también

muestran que las anomalías negativas de T_{\min} en las fases 7 y 8 están limitadas sobre la cuenca del Mantaro, mientras que las fases 1 y 2 registran anomalías negativas de T_{\min} en todo los Andes peruanos. No obstante, las anomalías de T_{\min} observadas en el conjunto de datos PISCOt durante las fases 7, 8, 1 y 2

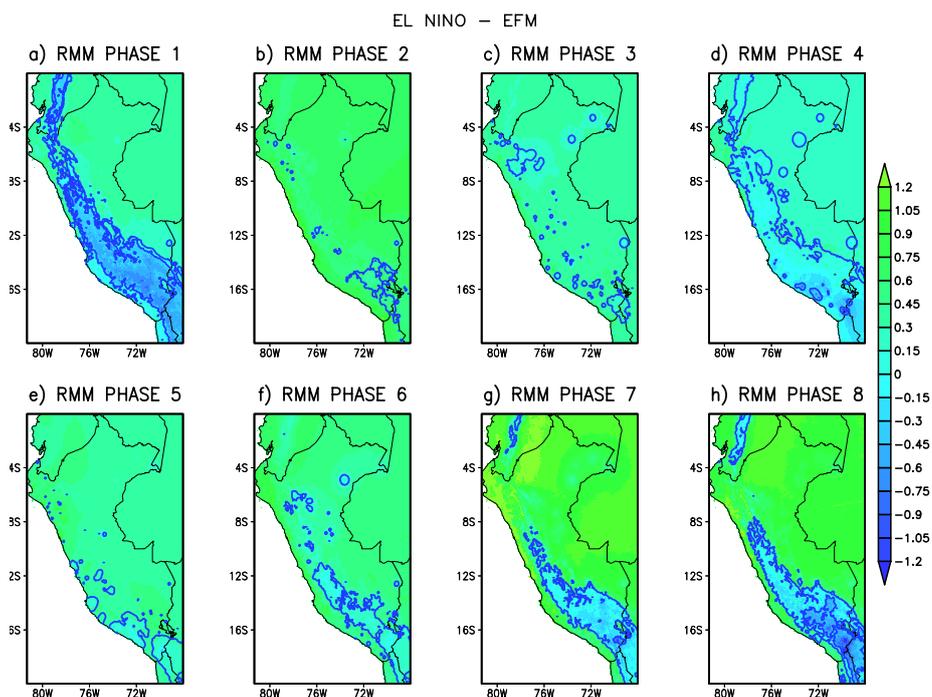


Figura 4. (a-h) como en la Figura 3, pero durante los años El Niño. Adaptado de Sulca et al. (2018b).

son más débiles que la intensidad de los eventos de frío extremo en la CM documentados en Sulca et al. (2018b). Al contrario, las Figuras 3c-f muestran que las anomalías positivas de T_{min} están presentes en los Andes peruanos centrales desde la fase 3 a la 6, pero las anomalías más débiles y más fuertes se observan en las fases 3 y 4, respectivamente. Las Figuras 3d – f muestran que las fases 4, 5 y 6 registran anomalías positivas de T_{min} a lo largo de los Andes tropicales desde el norte de Chile hasta Ecuador, mientras que las anomalías positivas de T_{min} se limitan a la cuenca del Mantaro en la fase 3. Anomalías de T_{min} sobre los Andes centrales peruanos en las fases 3 y 7 son opuestos con respecto a los documentados en Alvarez et al. (2016). Esta contradicción es probablemente causada por la mayor densidad de estaciones usadas en la generación de los datos grillados PISCOT.

Además, se realizó un análisis de compuestos de las anomalías de T_{min} durante cada fase MJO para los eventos El Niño y La Niña (Figuras 4 y 5, respectivamente). Durante El Niño, las Figuras 4a, g, h muestran anomalías negativas de T_{min} en los Andes tropicales desde el norte de Chile hasta Ecuador, pero los valores más fríos de T_{min} se observan en las fases 7, 8 y 1. El Niño intensifica la baroclinicidad meridional que induce un flujo anómalo del oeste sobre la parte ecuatorial y subtropical de SA en los niveles troposféricos altos, que refuerza la propagación del MJO hacia el este durante las fases 7, 8 y 1 (Garreaud et al., 2003; Moon et al., 2011; Sulca et al., 2018a). La intensificación de la baroclinicidad meridional también fortalece la subsidencia de gran escala sobre los Andes

centrales peruanos durante la fase 1 (Moon et al., 2011; Shimizu y Ambrizzi, 2016). Contrariamente, las Figuras 4c-f ilustran que las anomalías positivas de T_{min} están presentes en los Andes centrales peruanos desde la fase 3 a la 6, pero sólo cubren todo el Perú durante las fases 5 y 6. Estos resultados son consistentes con el efecto de un calentamiento alrededor de la tropósfera tropical durante El Niño.

Con respecto a La Niña, las Figuras 5h, a, b, c muestran que las anomalías negativas de T_{min} prevalecen sobre los Andes centrales peruanos en las fases 8, 1, 2 y 3; pero son más débiles que en los años Neutrales y El Niño. Estos resultados son consistentes con el efecto de una disminución de la baroclinicidad meridional, la cual disminuye el flujo del este en los niveles altos de la tropósfera sobre el Perú durante La Niña (Garreaud et al., 2003; Moon et al., 2011; Sulca et al., 2018a). Este flujo del este en los niveles troposféricos altos favorecen el ingreso de humedad desde la cuenca Amazónica hacia los Andes centrales peruanos, lo cual favorece e intensifica la convección profunda y la cobertura nubosa (Garreaud et al., 2003), que tiende a reducir el enfriamiento radiativo en horas de la noche y madrugada. Opuestamente, las fases 4, 5, 6 y 7 presentan anomalías positivas de T_{min} en los Andes centrales peruanos (Figuras 5d-g). Las anomalías positivas de T_{min} se limitan en los Andes centro-sur peruanos durante las fases 4 y 7 (Figura 5d, g), mientras que las fases 5 y 6 presentan anomalías positivas de T_{min} en todo los Andes tropicales desde el norte de Chile hasta Ecuador (Figuras 5e, f).

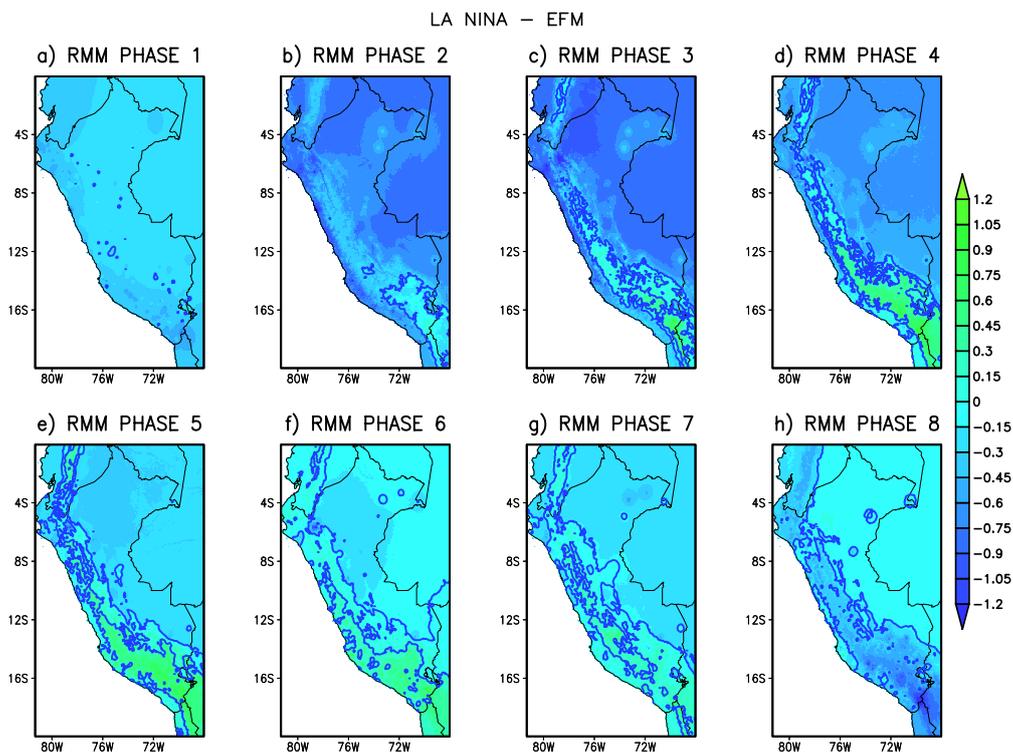


Figura 5. De la (a) a la (h) es como en la Figura 3 pero durante los años La Niña. Adaptado de Sulca et al. (2018b).

REFERENCIAS

- Alvarez, M.S., Vera, C.S., Kiladis, G.N., Liebmann, B. (2016) Influence of the Madden–Julian oscillation on precipitation and surface air temperature in South America. *Clim Dyn.* 46(1): 245–262. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2581-6>.
- Donald, A., Meinke, H., Power, B., Wheeler, M., Ribbe, J. (2004) Forecasting with the Madden-Julian Oscillation and the applications for risk management. In: 4th International Crop Science Congress (ISCC 2004). New Directions for a Diverse Planet, 26 Sep-1 Oct 2004. Brisbane, Australia. <https://eprints.usq.edu.au/1140/>
- Garreaud, R., Vuille, M., Clement, A. (2003) The climate of the Altiplano: observed current conditions and mechanisms of past changes. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol.* 194: 5–22. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00269-4](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00269-4).
- Huerta, A., Lavado-Casimiro, W., Aybar, C. and Sabino, E. (2017) Desarrollo de datos grillados de temperatura diaria en Perú. Lima: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Instituto Geofísico del Perú. (2005) Atlas Climatológico de precipitaciones y temperaturas en la Cuenca del Mantaro. Lima: Fondo Editorial CONAM.
- Kessler, W.S. (2001) EOF representations of the Madden–Julian Oscillation and its connection with ENSO. *J Climate.* 14: 3055–3061. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014<3055:EROTMJ>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014<3055:EROTMJ>2.0.CO;2).
- McPhaden, M.J., Zebiak, S.E. and Glantz, S.E. (2006) ENSO as an integrating concept in Earth science. *Science.* 314(5806): 1740–1745.
- Madden, R.A., Julian, P.R. (1972) Description of global-scale circulation cells in the Tropics with a 40–50 day period. *J Atmos Sci.* 29: 1109–1123. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1972\)029<1109:DOGSCC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1972)029<1109:DOGSCC>2.0.CO;2).
- Madden RA, Julian PR. (1994) Observations of the 40–50 day tropical oscillation: a review. *Mon Wea Rev.* 122: 814–837.
- Moon, J.Y., Wang, B., Ha, K-J. (2011) ENSO regulation of MJO teleconnection. *Clim Dyn.* 37: 1133–1149. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0902-3>.
- Roundy, P.E. (2012) Tropical–extratropical interactions. In: Lau, W.K.-M. and Waliser, D.E. (Eds.) *Intraseasonal Variability of the Atmosphere–Ocean Climate System*, 2nd edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: Springer, pp. 497–512.
- Shimizu, M.H., Ambrizzi, T. (2016) MJO influence on ENSO effects in precipitation and temperature over South America. *Theor Appl Climatol.* 124(1–2): 291–301. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1421-2>.
- Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C., Vuille, M., Lavado-Casimiro, W. (2018a) Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Intl J Climatol.* 38(1): 420–435. <https://doi.org/10.1002/joc.5185>.
- Sulca, J., Vuille, M., Roundy, P., Takahashi, K., Espinoza, J.-C., Silva, Y., Trasmonte, G., Zubieta, R. (2018b) Climatology of extreme cold events in the central Peruvian Andes during austral summer: origin, types and teleconnections. *Q J R Meteorol Soc.* <https://doi.org/10.1002/qj.3398>
- Trasmonte, G., Chavez, R., Segura, B. and Rosales, J.L. (2008) Frost risks in the Mantaro river basin. *Advances in Geosciences*, 14, 265–270. <https://doi.org/10.5194/adgeo-14-265-2008>.
- Vuille, M., Bradley, R.S. and Keimig, F. (2000) Interannual climate variability in the Central Andes and its relation to tropical Pacific and Atlantic forcing. *J Geophys Res.* 105(12): 447–460. <https://doi.org/10.1029/2000JD900134>.
- Wheeler, M.C., Hendon, H.H. (2004) An all-season real-time multivariate MJO index: development of an index for monitoring and prediction. *Mon Wea Rev.* 132: 1917–1932. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(2004\)132<1917:AARMMI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(2004)132<1917:AARMMI>2.0.CO;2).
- Wilks, S.D. (2011) Statistical methods in the atmospheric sciences. In: Dmowska, R., Hartmann, D. and Rossby, H.T. (Eds.), *International Geophysics Series*, Vol. 100. San Diego, CA, USA: Academic Press.

Expertos del IGP capacitaron a estudiantes y autoridades de Tumbes sobre fenómeno El Niño y sus impactos en Sedimentos



El lic. Jorge Reupo, asistente de investigación del IGP explicó sobre el fenómeno El Niño en Tumbes.

Con el objetivo de compartir con las autoridades y comunidad universitaria las investigaciones, el monitoreo y los métodos de pronóstico relacionados con el fenómeno El Niño y los estudios en Sedimentos que se desarrollan en el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el día miércoles 28 de noviembre se realizó el taller **"Fenómeno El Niño y sus impactos en Sedimentos"**, en el Auditorio del Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT) en la ciudad de Tumbes.

En dicho taller se contó con presencia del Ing. Jaime Otiniano, funcionario del PEBPT, quien aperturó el evento. Asimismo, se dio inicio a la ponencia de la Dra. Yamina Silva, con el tema **"Investigaciones en radares meteorológicos para estimación de lluvias"**, de la misma forma el Lic. Jorge Reupo, disertó el tema

"El Niño, investigaciones, monitoreo y condiciones actuales".

Por su parte, el Dr. Sergio Morera, expuso la contribución del proyecto **"Monitoreo, caracterización e identificación de las principales fuentes de erosión y sedimentos durante fuertes crecidas o eventos extremos El Niño en las cuencas binacionales Puyango-Tumbes y Zarumilla"**, asimismo, la Dra. Elisa Armijos, con **"Modelado del perfil de concentraciones de sedimentos en el río Tumbes"** y el Dr. Raúl Espinoza, con la **"Presentación del proyecto MoSARD (Monitoreo de los Sedimentos Ante el Riesgo y Desastres)"**. Además, se contó con la participación del Ing. Darwin Huamán, en representación de la Universidad Nacional de Tumbes (UNTumbes).



Dra. Yamina Silva, investigadora científica del IGP da a conocer sobre los radares meteorológicos.

Cabe destacar que el taller se realizó en el marco del Programa Presupuestal por Resultados N° 068 "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres"- Producto: "Estudios para la estimación del riesgo de desastres". Actividad:

"Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño. Al taller asistieron estudiantes de la Universidad de Tumbes (UNTumbes), autoridades, profesionales del PEBPT y medios de comunicación de la ciudad de Tumbes .



Ing. Jaime Otiniano, funcionario del PEBPT brinda las palabras de bienvenida en el taller en Tumbes.

Resumen del Informe Técnico PP N° 068 / El Niño- IGP/2018-10

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

RESUMEN

Para el mes de setiembre de 2018, el Índice Costero El Niño (ICEN), basado en los datos de ERSSTv3 indicó que la condición climática para la costa peruana es Neutra (ICEN = -0,18 °C) al igual que el valor estimado con datos de OISSTv2 (ICENOI = -0,33 °C). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) para los meses de octubre y noviembre, también coinciden en mostrar condiciones Neutras. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que en setiembre de 2018 se tuvo una condición Neutra (0,50 °C); según los estimados temporales, para el mes de octubre la condición sería cálida débil.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin cálida hasta el mes de diciembre en el extremo oriental. Según el promedio de los siete modelos numéricos de NMME, inicializados con condiciones del mes de noviembre de 2018, se esperan condiciones Cálidas Débiles para el Pacífico oriental hasta el mes de abril de 2019.

En la región del Pacífico central ecuatorial, el promedio de los modelos de NMME continúan indicando condiciones Cálidas Moderadas entre los meses de noviembre de 2018 y abril de 2019.

ÍNDICE COSTERO EL NIÑO

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2; actualizados hasta el mes de octubre de 2018 del producto ERSST v3b, generados por el Climate Prediction Center (CPC) de la National Oceanic and

Atmospheric Administration (NOAA, EEUU); se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de setiembre de 2018 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1. El valor de setiembre corresponde a una condición Neutra.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones
2018	Junio	-0.60	Neutra
2018	Julio	-0.57	Neutra
2018	Agosto	-0.35	Neutra
2018	Setiembre	-0.18	Neutra

Tabla 1. Valores recientes del ICEN (ERSST v3b).
(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Los valores del ICENOItmp estimados para octubre y noviembre de 2018 corresponden a condiciones Neutras. El ICENOI de octubre será confirmado cuando se disponga del valor de OISSTv2 para el mes de noviembre de 2018.

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 setiembre de 2018, es de 0,50°C, correspondiente a condición Neutra¹.

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).

DIAGNÓSTICO DEL PACÍFICO ECUATORIAL

En la región Niño 3.4, según los datos observados (IR, MW, OSTIA) las anomalías de la TSM diaria se presentaron dentro de las condiciones Neutras y cálidas débiles, manteniéndose en el orden de 0.50 a 1.2 °C, descendiendo a valores cercanos a 0.80 °C en los primeros días del mes de noviembre. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM indicó valores entre 0.30 a 0.7 °C.

El promedio mensual de octubre de las anomalías de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) mostró anomalías del este, próximo a su climatología; en la tercera semana de octubre se observaron anomalías positivas intensas en el Pacífico oeste entre 130°E y 155°E y 2°S- 2°N, según los datos de ASCAT, en los primeros días de noviembre se observa un patrón de vientos del oeste alrededor de 120°W (Figura 1). La actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central y oriental, continúa alrededor de sus valores climatológicos. La inclinación de la termoclina ecuatorial muestra menor inclinación en relación a su promedio, y el contenido de calor se mantiene positivo.

En la región Niño 1+2, se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin Cálidas han impactado la temperatura del

mar, principalmente por debajo de la superficie, incrementando sus valores desde la superficie y 50 metros de profundidad, además según TAO y ARGO se observa la profundización de la isoterma de 20°C cerca a la costas americana (95°W,2°S-2°N).

PRONÓSTICO A CORTO PLAZO CON MODELO DE ONDAS Y OBSERVACIONES

La onda Kelvin formada en octubre por el pulso de viento del oeste arribaría, teóricamente, entre fines de diciembre e inicios de enero. Si bien, por lo momento, tendría una intensidad no relevante, no se descarta que en su trayectoria hacia el continente americano sea reforzada por patrones de viento y/o pulsos del oeste. (Figura 2).

PRONÓSTICO ESTACIONAL CON MODELOS CLIMÁTICOS

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), según los 7 modelos climáticos de NMME (CFSv2, GFDL_CMC2.1, GFDL_FLOR, NASA_GEOS5v2, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2), con condiciones iniciales del mes de noviembre, se indica, en promedio, condiciones Cálidas Débiles para el periodo que va entre noviembre de 2018 y abril de 2019, el modelo CMC1 indica condiciones Neutras para los meses de noviembre y diciembre, y el modelo NASA indica condiciones Neutras en todos sus pronósticos.

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).

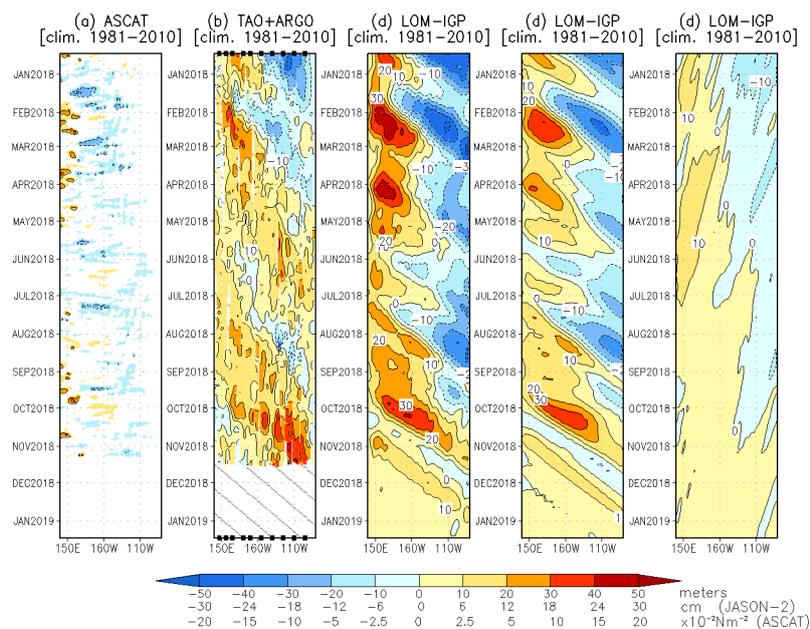


Figura 1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y $\tau=0$ para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en octubre, el promedio de los 7 modelos indican condiciones Cálida Moderadas desde el mes de noviembre de 2018 hasta abril de 2019 .

CONCLUSIONES

1. El ICEN para setiembre de 2018 fue de -0.18 (Neutro) y los ICENtmp para octubre y noviembre fueron 0.07 y 0.30 (Neutro). Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son -0.33 (Neutro), y los temporales para octubre y noviembre son neutros, es decir -0.10 y 0.31, respectivamente. En el Pacífico central, el ONI de setiembre (ASO) es 0.50 y corresponde a condiciones Neutras y el estimado para octubre sería de condición Cálida Débil. La ATSM en la región Niño 3.4, fue, en promedio, 0.9°C.
2. Durante el mes de setiembre en la región ecuatorial, según TAO, el promedio mensual mostró, vientos del oeste con un máximo al oeste de la línea de cambio de fecha. En lo que respecta a la anomalía de la TSM (profundidad de la termoclina), esta se mantuvo positiva, con un máximo en la región occidental (oriental).
3. Según TAO y ASCAT, entre la quincena de octubre y la primera semana de noviembre se observó un pulso de viento del oeste al oeste de la línea de cambio de fecha. Según los datos de ASCAT, en los primeros días de noviembre se observa un patrón de vientos del oeste alrededor de 120°W.

4. El patrón anómalo de convección ecuatorial, en lugares estratégicos, muestra valores cercanos a su valor climatológico
5. La termoclina ecuatorial muestra una menor inclinación en relación a su promedio, y el contenido de calor se mantiene positivo.
6. El pulso de viento del oeste del de fines de octubre se habría proyectado en una onda Kelvin según lo observado en los datos satelitales y de flotadores ARGO, así como de modelos numéricos. Hasta la fecha, esta onda no es muy intensa.
7. En la región Niño 1+2 se sigue observando, según la información de los flotadores ARGO, analizados hasta los 50 metros de profundidad, que las ondas Kelvin cálidas siguen impactando la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie e incrementando sus valores en toda la columna de agua que se analizó..
8. La onda Kelvin formada en octubre por el pulso de viento del oeste, debería arribar a la costa americana, teóricamente, entre fines de diciembre e inicios de enero. Si bien, por lo momento, tendría una intensidad no relevante, no se descarta que en su trayectoria hacia el continente americano sea reforzada por otros patrones de viento o pulsos de viento del oeste.
9. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME en promedio indican condiciones Cálidas Débiles de diciembre de 2018 a mayo de

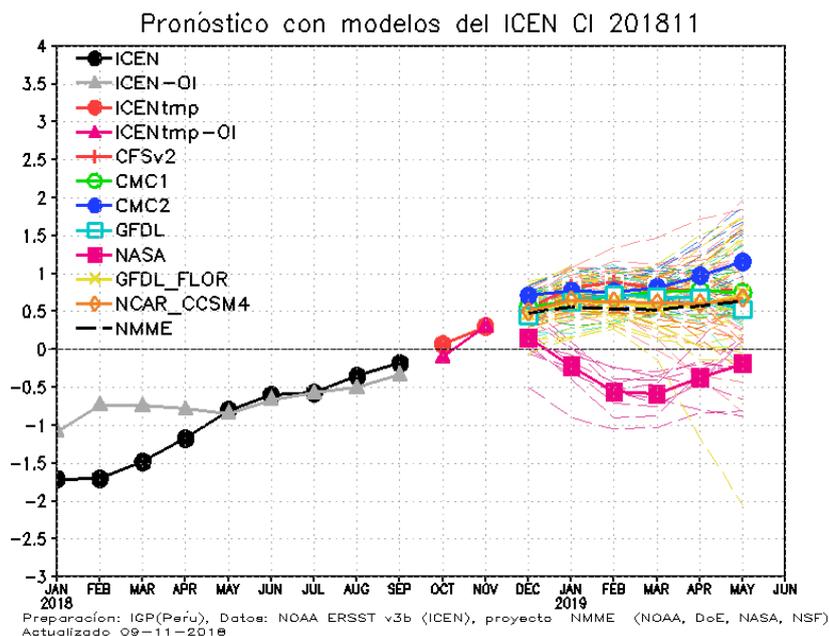


Figura 2. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno y ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA_GEOS5v2 GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de noviembre de 2018. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

2019, el modelo NASA indica condiciones más frías con respecto a los demás modelos.

10. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Moderadas desde el mes de noviembre hasta abril de 2019, todos los modelos indican condiciones entre cálidas débiles y cálidas fuertes para los siguientes meses.

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

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

Comunicado oficial ENFEN



COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO" - ENFEN

COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 13 - 2018 Estado del sistema de alerta: Vigilancia de El Niño

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de vigilancia de El Niño en vista de que persisten condiciones favorables para su desarrollo. Para el verano 2018-2019, las probabilidades del desarrollo de un evento El Niño en el Pacífico Oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú, alcanzan una probabilidad de 62 % de la ocurrencia de El Niño (53 % en la magnitud de Niño débil, seguida de una magnitud neutra de 37 %). Para el Pacífico central se estima una probabilidad de 81 % de ocurrencia de El Niño (60 % en la magnitud de Niño débil, seguida de una magnitud moderada de 20 %). Asimismo, es más probable que ocurran lluvias entre normal y por encima de lo normal en la costa norte de Perú, más no extraordinarias como las de los años 1983, 1998 o 2017.

Se espera que hasta diciembre la onda Kelvin cálida en el Pacífico ecuatorial oriental contribuya al incremento de las anomalías de la temperatura y nivel del mar en la costa norte de Perú.

La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar la información de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico- pesqueras e hidrológicas actualizadas hasta el 13 noviembre del 2018.

En el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) y en el extremo oriental (Niño 1+2) la temperatura superficial del mar se incrementó hasta alcanzar en promedio (octubre) anomalías de +0,9°C y +0,4°C, respectivamente.

En el Pacífico ecuatorial occidental se mantuvieron anomalías de vientos zonales del oeste en la baja atmósfera (hasta 1,5 km); mientras que, en niveles altos (aproximadamente 12 km), las anomalías de vientos de este se debilitaron respecto al mes anterior, con predominancia de vientos del oeste sobre la región central y oriental del Pacífico, hasta la segunda semana de noviembre. Cabe señalar que no se observa aún la actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central y oriental, medida de acoplamiento océano y atmósfera.

Se mantiene la presencia de la onda Kelvin cálida en el Pacífico ecuatorial con mayor intensidad en la zona oriental, profundizando la termoclina más de lo normal; asimismo, incrementando el contenido de calor en el Pacífico ecuatorial, respecto al mes anterior.

El Índice Costero El Niño (ICEN¹) de setiembre y el índice temporal de octubre continúan dentro del rango de condiciones neutras.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración zonal con una proyección al suroeste y noreste respecto a su posición habitual, predominando anomalías positivas de presión frente a la costa norte peruana. Los primeros días de noviembre, el alejamiento del APS al sur de su posición habitual debilitó los vientos costeros, que se reflejó en el afloramiento a lo largo del litoral.

Las temperaturas máximas y mínimas del aire promedio en la costa peruana, para el mes de octubre, continuaron mostrando condiciones cálidas en la región central y sur y condiciones normales en la región norte (Cuadro 1). Durante estas dos semanas de noviembre, ambas temperaturas presentaron anomalías positivas en todo el litoral.

Frente a la costa norte, desde fines de octubre la temperatura superficial y nivel del mar incrementaron sus valores y anomalías; en promedio, en estas dos últimas semanas las anomalías alcanzaron valores de +3°C y +15 cm, respectivamente.

Frente a la costa se observó un acercamiento anómalo de aguas oceánicas de alta salinidad, alcanzando la línea de costa en la zona sur (noviembre). En la columna de agua se observó un incremento térmico, siendo significativo frente a Callao y San Juan donde se registraron anomalías de más de 2,0°C por fuera de las 30 millas. A 10 millas de Paita, a fines de octubre, se registró una profundización de las isoterms y proyección de aguas ecuatoriales hacia el sur debido al paso de la onda Kelvin cálida; en cambio, frente a Chicama y Callao la columna de agua presentó pocos cambios manteniéndose en promedio dentro de una condición neutra.

Los caudales de los ríos de la costa se mantienen dentro de sus valores normales, pero con ligera tendencia positivas. Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte y sur vienen operando en promedio al 44% y 47% de su capacidad hidráulica, respectivamente.



La clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton), continuó mostrando valores alrededor a su patrón normal en el mes de octubre, detectándose un aumento de sus concentraciones a principios de noviembre, principalmente en la zona centro-sur. Los indicadores reproductivos de la anchoveta (stock centro-norte) indican la declinación del periodo principal del desove, desde fines de octubre de acuerdo a su patrón histórico. Por otro lado, la presencia de aguas de mezcla (aguas costeras frías y aguas subtropicales superficiales) en la zona central (Callao – Pisco) del mar peruano favoreció la disponibilidad de jurel y caballa (50 - 90 millas de la costa).

PERSPECTIVAS

Hasta diciembre, se espera que la onda Kelvin cálida en el Pacífico ecuatorial oriental contribuya al incremento de las anomalías de la temperatura y nivel del mar en la costa norte de Perú. Asimismo, los modelos climáticos prevén que la región Niño 3.4 desarrolle condiciones cálidas débiles a moderadas y en la región Niño 1+2 condiciones neutras a cálidas débiles.

Para el próximo verano, en el Pacífico central (Niño 3.4), en promedio, los modelos climáticos continúan indicando condiciones cálidas moderadas. Mientras que, para el Pacífico oriental (Niño 1+2), estos mismos modelos indican condiciones cálidas débiles.

La Comisión Multisectorial ENFEN, en base a la información disponible de las agencias internacionales y su propio monitoreo y análisis, estima para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú, una probabilidad de 62 % de la ocurrencia de El Niño (53 % en la magnitud de Niño débil, seguida de una magnitud neutra de 37 %), Tabla 1. Para el Pacífico central se estima una probabilidad de 81 % de la ocurrencia de El Niño (60 % en la magnitud de Niño débil, seguida de una magnitud moderada del 20 %), Tabla 2.

Considerando las probabilidades anteriormente descritas para el verano 2018-2019, de acuerdo a esta evaluación, es más probable que ocurran lluvias entre normal y por encima de lo normal en la costa norte de Perú, más no extraordinarias como las de los años 1983, 1998 o 2017.

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de vigilancia², durante el cual continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones actuales y actualizando las perspectivas quincenalmente. La emisión del próximo comunicado ENFEN será el día 3 de diciembre del 2018.

Callao, 15 de noviembre del 2018

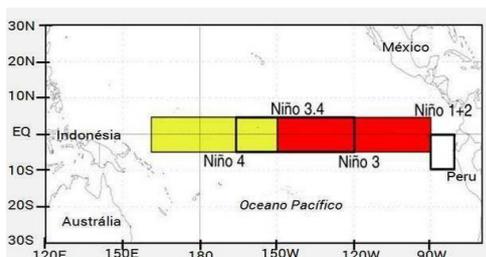


Figura 1. Áreas de monitoreo, Región Niño 3.4 (5°N-5°S / 170°W-120°W) y Región Niño 1+2 (0°-10°S / 90°W-80°W) Fuente: NOAA.

COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 14- 2018 Estado del sistema de alerta: Vigilancia de El Niño

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de vigilancia de El Niño en vista de que persisten condiciones favorables para su desarrollo. Para el verano 2018-2019, las probabilidades del desarrollo de un evento El Niño en el Pacífico Oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú, alcanzan una probabilidad de 67 % de la ocurrencia de El Niño (58 % en la magnitud de El Niño débil, seguida de una magnitud neutra de 33 %). Para el Pacífico central se estima una probabilidad de 84 % de ocurrencia de El Niño (60 % en la magnitud de El Niño débil, seguida de El Niño moderado con 23 %). Asimismo, es más probable que ocurran lluvias entre normal y por encima de lo normal en la costa norte de Perú, más no extraordinarias como las de los años 1983, 1998 o 2017.

Se espera que hasta enero el arribo de dos ondas Kelvin cálidas en el Pacífico ecuatorial oriental contribuya a mantener las anomalías positivas de la temperatura y nivel del mar en la costa norte de Perú.

La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar la información de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico- pesqueras e hidrológicas actualizadas hasta 30 de noviembre del 2018.

En el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) la temperatura superficial del mar se mantuvo similar al mes anterior (octubre) con anomalías de +0,9°C, mientras que en el extremo oriental (Niño 1+2) las anomalías se incrementaron de 0,4°C a 0,8°C.

En el Pacífico ecuatorial occidental han predominado anomalías de vientos zonales del oeste en la baja atmósfera (hasta 1,5km); mientras que, en niveles altos (aproximadamente 12 km), las anomalías de vientos del este continúan débiles extendiéndose hacia la región oriental. Aún no se observa un acoplamiento entre el océano y la atmósfera, es decir, el actual calentamiento en la región del Pacífico Central aún no incentiva convergencia de humedad desde la superficie del mar hacia niveles más altos de la atmósfera.

En el océano Pacífico ecuatorial central se observa, entre 160° y 140°W, la señal de una onda Kelvin cálida en el nivel del mar (según los datos satelitales), y en menor medida en la termoclina (según los datos de boyas TAO y flotadores ARGO). Esta onda se habría formado por los pulsos de viento del oeste que se desarrollaron a fines de octubre. Asimismo, se observaron pulsos de viento del oeste en la última quincena del mes de noviembre en la región occidental del Pacífico que, según los modelos numéricos de ondas, se proyectarían en una nueva onda Kelvin cálida.

¹ ICEN corresponde a la región Niño 1+2.

² Nota Técnica ENFEN 01-2012.

El Índice Costero El Niño (ICEN¹) de setiembre y el índice temporal de octubre se encuentran dentro del rango de condiciones neutras.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración zonal con una proyección al noroeste de su posición habitual, predominando anomalías positivas de presión frente a la costa norte. Durante el mes, la prolongación meridional del APS contribuyó en el incremento ligero de los vientos costeros en la región norte, no así, en las regiones centro y sur donde predominó el debilitamiento de los mismos, lo cual mantuvo una correspondencia con el afloramiento a lo largo del litoral.

Las anomalías de las temperaturas máximas y mínimas del aire aumentaron en el mes de noviembre respecto al mes anterior a lo largo de la costa peruana, particularmente para la temperatura mínima en la región norte. (Cuadro 1).

Frente a la costa peruana, la temperatura superficial mar se mantuvo con anomalías positivas, principalmente en la zona norte. Las anomalías mensuales más altas se presentaron en Paita (+3 °C) y en Mollendo (+2 °C). El nivel medio del mar presentó dos picos durante el mes, con una mayor anomalía (+18 cm) durante la primera quincena, debido al paso de la onda Kelvin cálida generada en setiembre por pulsos de viento del oeste.

En las secciones oceanográficas de Paita y Chicama se registraron anomalías positivas (mayores a 1 °C) en la capa superior de 300 m y con valores mayores a +2,0 °C entre 0 y 50 m de profundidad. Frente a Paita se detectó ingreso de aguas ecuatoriales superficiales de alta temperatura y baja salinidad. Asimismo, las estaciones fijas de Paita y Chicama (dentro de las 10 millas de costa) registraron el paso de la onda Kelvin que generó anomalías de hasta +3 °C y +2 °C respectivamente, persistiendo valores alrededor de +1°C hasta los 100 m durante la última semana de noviembre, más no frente a Callao.

Los caudales de los ríos de la costa se mantienen dentro de sus valores normales, con excepción de las cuencas de los ríos Chira y Chancay-Lambayeque, cuyos caudales superaron los valores promedio. Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte y sur vienen operando en promedio al 50 % y 41 % de su capacidad hidráulica respectivamente.

La clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton), presentó pulsos de anomalía positiva, con predominancia de concentraciones mesotróficas (> 2,5 mg.m⁻³) y núcleos importantes entre Chicama – Chimbote y entre Callao – Pisco con valores de hasta 20,0 mg.m⁻³. La distribución de la anchoveta se encontró restringida dentro de las 40 millas al sur de Chicama asociada a la presencia de aguas cálidas en la zona norte principalmente. Además, se registraron especies oceánicas indicadoras de aguas cálidas como barrilete, melva, bonito y agujilla en zonas cercanas a costa, mientras que, el invertebrado múnida, indicador de aguas frías restringido a la franja costera.

PERSPECTIVAS

Entre diciembre y enero, se espera que se mantengan las anomalías positivas de la temperatura y nivel del mar en la

costa norte del Perú, debido al arribo de una onda Kelvin cálida en diciembre y otra en enero.

Para el próximo verano, en el Pacífico oriental (Niño 1+2), en promedio, los modelos climáticos continúan indicando condiciones cálidas débiles. Mientras que, para el Pacífico central (Niño 3.4), estos mismos modelos indican condiciones cálidas moderadas. Sin embargo aún no se observa el acoplamiento océano-atmósfera en el Pacífico central, sin descartarse la generación de nuevas ondas Kelvin oceánicas que puedan arribar a la costa Sudamericana.

La Comisión Multisectorial ENFEN, en base a la información disponible de las agencias internacionales y su propio monitoreo y análisis, estima para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú, una probabilidad de 67 % de la ocurrencia de El Niño (58 % en la magnitud de Niño débil, seguida de 33 % para la condición neutra) (Tabla 1). Para la región Pacífico ecuatorial central, se estima una probabilidad de 84 % de la ocurrencia de El Niño (60 % en la magnitud de El Niño débil, seguida de una magnitud moderada del 23 %) para el verano 2018-2019 (Tabla 2).

Considerando las probabilidades anteriormente descritas para el verano 2018-2019, de acuerdo con esta evaluación, es más probable que ocurran lluvias entre normal y por encima de lo normal en la costa norte de Perú, más no extraordinarias como las de los años 1983, 1998 o 2017. Sin embargo, las entidades competentes deberán considerar la vulnerabilidad para la estimación del riesgo y adoptar las medidas que correspondan.

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el Estado del sistema de alerta: vigilancia de El Niño², durante el cual continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones actuales y actualizando las perspectivas quincenalmente. La emisión del próximo comunicado ENFEN será el día 14 de diciembre del 2018.

Callao, 3 de diciembre del 2018

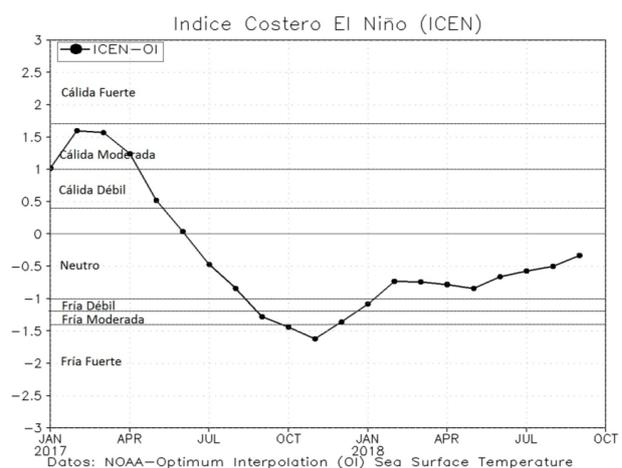
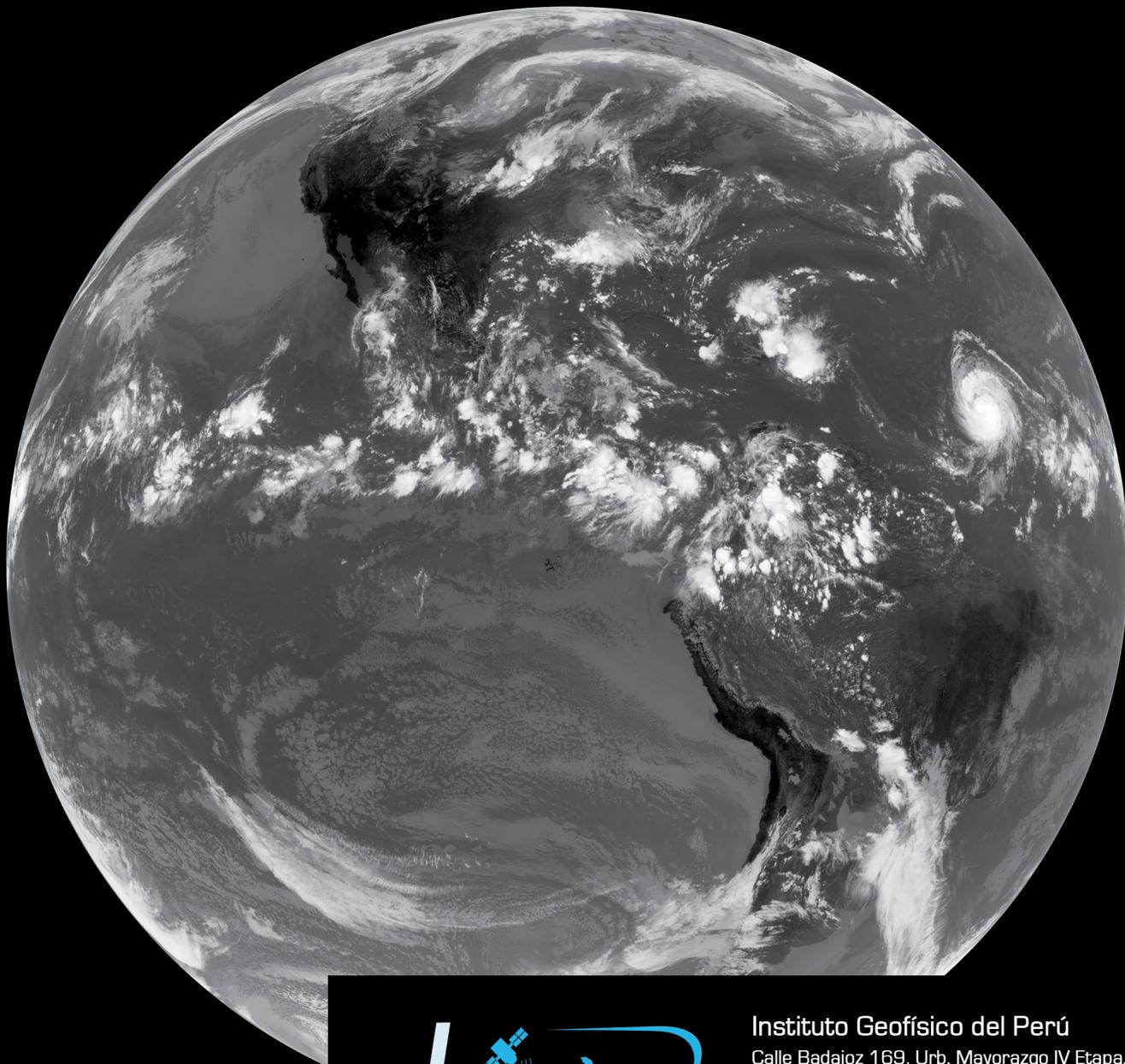


Figura 2. Serie del Índice Costero El Niño (ICEN), enero 2017 - setiembre 2018. Fuente: Datos: OISST.V2/NCEP/NOAA, Gráfico IGP



Instituto Geofísico del Perú

Calle Badajoz 169, Urb. Mayorazgo IV Etapa,
Ate, Lima, Perú

Central Telefónica: [511] 317 2300

<http://www.igp.gob.pe>

 <http://www.facebook.com/igp.peru>

 http://twitter.com/igp_peru

 https://www.youtube.com/c/igp_videos

En el marco del:



EL PERÚ PRIMERO