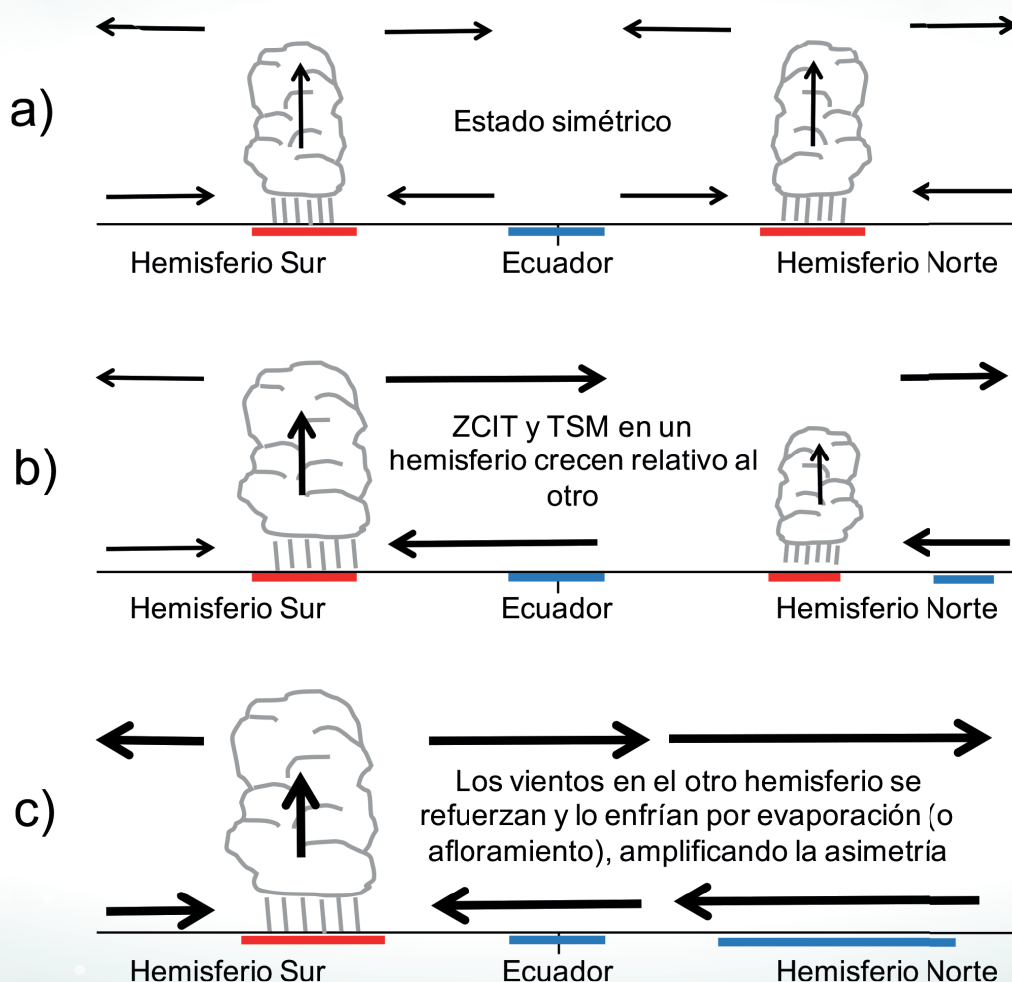


Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. Producto: “Estudios para la estimación del riesgo de desastres”

“Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”

Boletín Técnico

Física del Fenómeno El Niño “Costero”



Interacción océano-atmósfera y "El Niño costero"

Contenido

2 - 3 Introducción

4 - 7 Artículo de Divulgación Científica

8 - 9 Avances Científicos

10 - 13 Resumen Informe Técnico

14 - 15 Comunicado Oficial ENFEN

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”.

Elsa Galarza

Ministra del Ambiente

Hernando Tavera

Presidente Ejecutivo IGP

Edmundo Norabuena

Director Científico IGP

Jhan Carlo Espinoza

Director de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera

Daniel Flores

Director de Geofísica y Sociedad

Kobi Mosquera

Responsable de la elaboración del Boletín El Niño - IGP

Equipo científico: Ken Takahashi, Kobi Mosquera, Jorge Reupo, Berlín Segura

Edición: Katherine Morón

Diseño y Diagramación: Dante Guerra E.

Carátula: Takahashi, 2017

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 2017

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 océano-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/>



IGP



ENFEN

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.

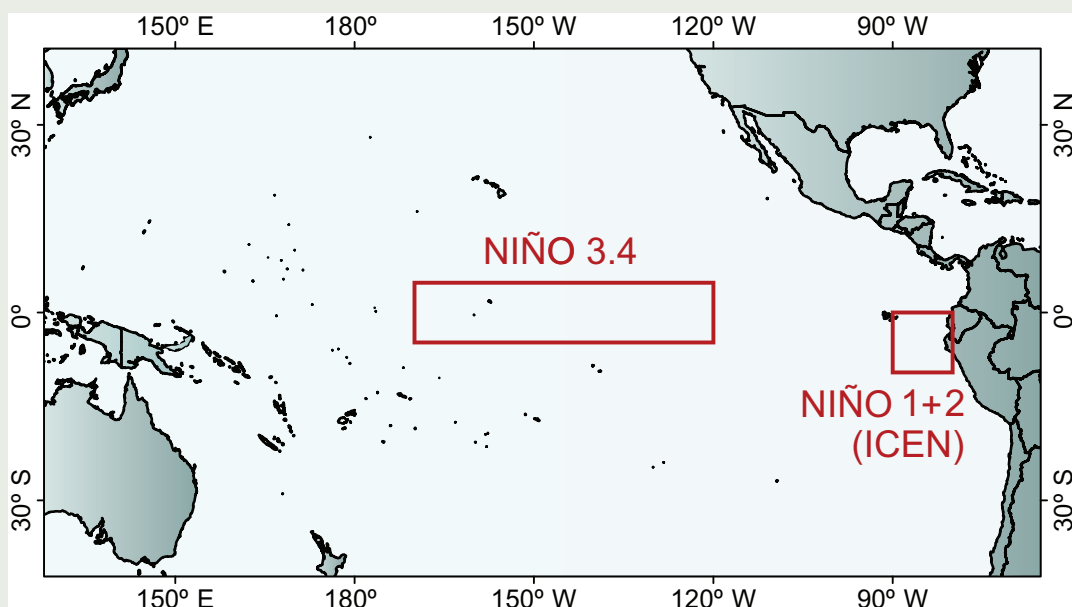
El
ENFEN es el
ente que genera la
información oficial de
monitoreo y pronóstico
del Fenómeno El Niño y
otros asociados.

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 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.

Artículo de Divulgación Científica

Física del Fenómeno El Niño “Costero”

En un artículo previo (Takahashi, 2017) se propuso definir como Fenómeno El Niño (FEN) a aquellos eventos climáticos que calientan nuestra costa y generan lluvias intensas. Asimismo, se propuso clasificar a los FEN en dos tipos: “global” (por ej. 1982-1983 y 1997-1998) y “costero” (por ej. 1925, 2017). El tipo global es relativamente bien conocido, ya que corresponde a la fase cálida de El Niño-Oscilación Sur (ENOS), un fenómeno océano-atmósfera que tiene lugar en todo el Pacífico tropical, aunque existen mecanismos físicos que lo pueden hacer particularmente intensos en el Pacífico oriental (Takahashi y Dewitte, 2016; Takahashi et al., 2017). Sobre el tipo FEN costero hay pocos trabajos, pero se reconoce ahora que el viento del norte tiene un rol crucial para su desarrollo. Esto fue notado por Eguiguren (1894) y formulado más explícitamente por Schott (1931), según el cual durante el FEN:

“...el conjunto de fenómenos meteorológicos predisponen para un trastorno del monzón seco SE con sustitución de vientos N y NW, cargados de lluvias, en la costa del Ecuador y del norte del Perú. De la misma manera, es fácil que una cantidad mayor o menor de agua cálida y de poca salinidad venga desde 5° lat. N, y aún más al Norte, para ocupar lugares que normalmente corresponden a la corriente del Perú. En estos casos, los vientos del Norte llevan las aguas hacia el Sur...”



Ken Takahashi Guevara, Ph.D.
Investigador científico del Instituto Geofísico del Perú

Ph.D. en Ciencias Atmosféricas de la University of Washington, Seattle, EE.UU. y físico de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Actualmente es investigador científico en el Instituto Geofísico del Perú y representa al IGP en el Comité Técnico del ENFEN. Recientemente su investigación está enfocada en entender las condiciones que favorecen la ocurrencia de eventos El Niño extremos, los procesos de interacción entre el océano y la atmósfera, identificar la variabilidad a escala decadal en el Pacífico sureste.

En este artículo se presentará una breve síntesis de los resultados más recientes que brindan nuevas luces sobre este tipo de fenómeno.

La Zona de Convergencia Intertropical

Una de las características más notables de la distribución de la precipitación en el Pacífico oriental es la existencia de la banda zonal (oeste-este) angosta (ancho de unos cientos de km) conocida como la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en la cual convergen los vientos alisios del noreste y sudeste, siendo estos últimos los que casi permanentemente soplan a lo largo de nuestra costa. Esta banda además se encuentra normalmente

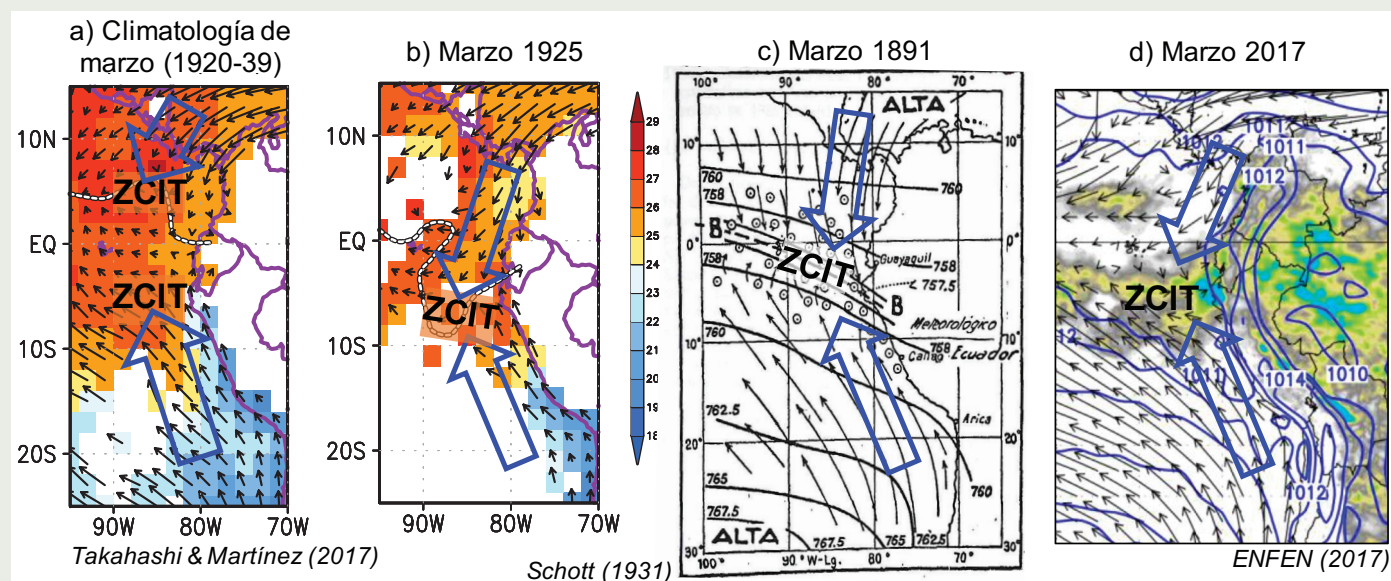


Figura 1. Vientos superficiales en marzo para condiciones a) climatológicas y los FEN costeros de los años b) 1925 (Takahashi & Martínez, 2017), c) 1891 (Schott, 1931), y d) 2017 (ENFEN, 2017). Se indica la posición aproximada de la ZCIT. Los colores representan la TSM (°C) en los paneles a) y b), y la precipitación en el panel d).

Física del Fenómeno El Niño “Costero”

Takahashi, K.

al norte de la línea ecuatorial, aproximadamente sobre las aguas más cálidas, lo cual se ha atribuido en parte a la ocurrencia del afloramiento costero frente a Perú que inhibe las lluvias (Philander et al., 1996; Woodman y Takahashi, 2014), así como a la presencia de los Andes, que fuerza el descenso de aire seco frente a Sudamérica que enfría el mar e inhibe también la lluvia (Takahashi y Battisti, 2006). Estacionalmente la ZCIT se desplaza al norte y al sur, siguiendo aproximadamente la ubicación de las aguas más cálidas que a su vez refleja las variaciones en la radiación solar. Sin embargo, aproximadamente entre febrero y abril, la temperatura superficial del mar (TSM) frente a Sudamérica alcanza un valor suficientemente alto para permitir la ocurrencia de lluvias fuertes y la formación de una segunda banda de lluvia de la ZCIT aproximadamente a la latitud de Piura, aunque débil y alejada de la costa, mientras otra similar también se observa al norte del ecuador a latitudes similares (Huaman y Takahashi, 2016; Figura 1a). La ubicación e intensidad de la(s) ZCIT están íntimamente relacionadas con la celda de circulación atmosférica de Hadley, que consiste en los vientos alisios hacia la región ecuatorial cerca de la superficie, el ascenso en la ZCIT, el flujo hacia los polos en niveles superiores, y el descenso del aire en la región subtropical (Figura 2). Durante los FEN costeros; como los de los años 1891, 1925 y 2017 (Figura 1b-d); la banda sur de la ZCIT es más intensa y se extiende hacia el continente, mientras que la banda norte puede desaparecer, y los alisios del noreste se fortalecen, a la vez que la TSM aumenta al sur del ecuador y puede ser mayor que al norte (Takahashi & Martinez, 2017; ENFEN, 2017).

La retroalimentación viento-evaporación-TSM

La teoría fundamental para entender la interacción océano-atmósfera que puede dar lugar a los eventos FEN costeros es la llamada retroalimentación viento-evaporación-TSM (WES por sus siglas en inglés) propuesta por Xie & Philander (1990). Para esto, consideremos nuevamente la celda de Hadley, cuya rama de ascenso (la ZCIT) se esperaría alrededor de la línea ecuatorial donde la radiación es máxima en promedio. Sin embargo, aún si no tuviéramos el afloramiento costero peruano o los Andes, debido al proceso de afloramiento ecuatorial producido por los vientos del este, la TSM en la línea ecuatorial es mínima relativa a las latitudes cercanas, lo cual impide que la ZCIT se forme sobre esta. La excepción es durante eventos FEN globales extremos como los de 1982-1983 y 1997-1998, en los que la TSM en la línea ecuatorial es suficientemente alta para mantener a la lluvia ahí (Takahashi & Dewitte, 2016). El mecanismo WES es de retroalimentación positiva, es decir que si partiéramos de una situación idealizada simétrica con respecto al ecuador; con una banda ZCIT de igual intensidad sobre las mismas TSMs, y ningún factor que rompa la simetría (afloramiento costero, Andes, etc.; Figura 3a); y si por alguna razón en uno de los hemisferios, digamos que en el sur (pero el norte también serviría), la ZCIT se intensificará o la TSM aumentará ligeramente, entonces esto último generaría una intensificación de la celda de Hadley y los vientos alisios provenientes del hemisferio norte (Figura 3b), donde estos vientos producirían un aumento de la evaporación y, como consecuencia,

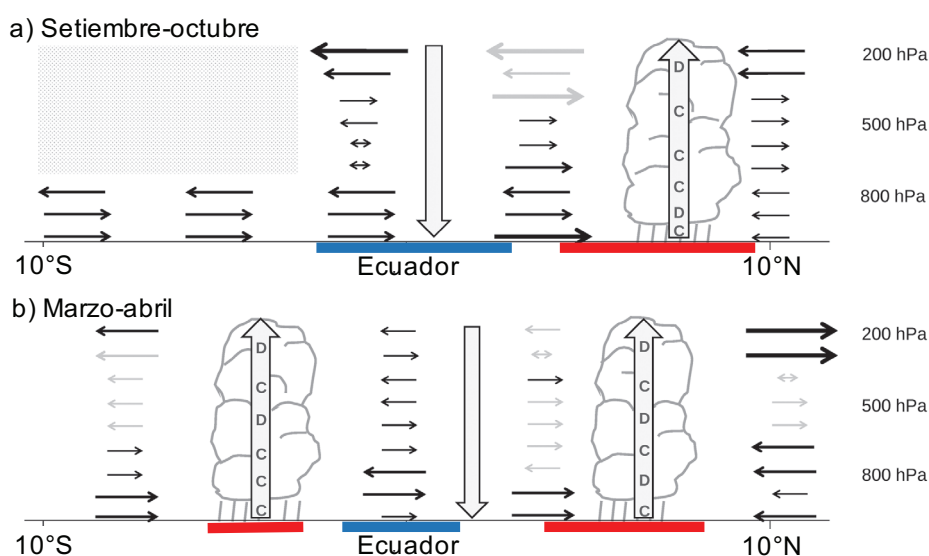


Figura 2: Esquema de la circulación atmosférica climatológica observada en el plano latitud-altura a lo largo de 95°W para a) setiembre-octubre y b) marzo-abril (adaptado de Huaman y Takahashi, 2016). Los colores rojo y azul indican TSM cálida y fría, respectivamente.

la reducción en la TSM en el hemisferio norte, en forma equivalente a cuando soplamos sobre una taza de café para enfriarlo. Por lo tanto, la ZCIT en el hemisferio norte se debilitaría, lo cual reforzaría la intensificación de los vientos alisios hacia el hemisferio sur, amplificando la ZCIT en este (Figura 3c).

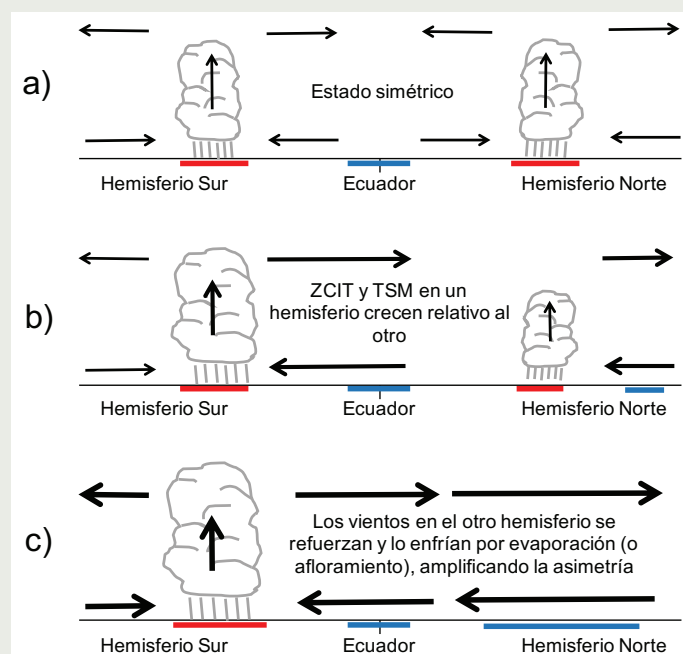


Figura 3: Esquema del mecanismo de retroalimentación WES que lleva de (a) una situación ideal simétrica, pasando por una situación inicial de asimetría (b), hasta (c) una situación asimétrica máxima en el plano latitud-altitud en el Pacífico oriental.

Mecanismos oceánicos

Si bien aún no se sabe con exactitud cuál es el mecanismo oceánico responsable del calentamiento, el análisis de los eventos FEN costeros de 1925 (Takahashi y Martínez, 2017) y 2017 (ENFEN, 2017) indica que el calentamiento ocurrió en una capa superficial somera, con profundidades del orden de solo 20-40 m, mucho menor que durante los eventos FEN globales y que este calentamiento no estuvo asociado a la profundización de la termoclina. Esto último, así como otros datos complementarios, nos dicen que en ninguno de estos eventos se observó un rol importante de ondas Kelvin ecuatoriales cálidas. Por otro lado, la poca profundidad de la capa en cuestión nos dice que si el calentamiento fuera local como consecuencia de los flujos de energía a través de la interfaz océano-atmósfera, entonces podría ocurrir en forma relativamente rápida. Esto es consistente con lo abrupto del aumento de la TSM, que en la costa de La Libertad ascendió de 17°C a 27°C en solo dos semanas a partir de mediados de enero (Figura 4; ENFEN, 2017).

En la costa norte, hay evidencia de la Corriente del Niño en 1891, 1925 y 2017. En 1891, Carranza (1891) reportó restos de cocodrilos de Tumbes en La Libertad, mientras que en 1925 además se contó con mediciones de corrientes del norte (Murphy 1926; Zorell, 1929), aunque Takahashi y Martínez (2017) también proponen que el calentamiento abrupto pudiera deberse al colapso del frente de afloramiento hacia la costa, es decir que las aguas frías de afloramiento sean reemplazadas por aguas cálidas del oeste. En el 2017 se notó la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales frente a Paita, lo cual es también una indicación de la Corriente del Niño (ENFEN, 2017).

¿Predictores?

En enero de 2017, el debilitamiento de los vientos alisios del SE pudo haber sido el gatillo que inició el evento FEN (ENFEN, 2017). Sin embargo, este tipo de eventos meteorológicos no son inusuales, pero habían pasado 92 años desde el FEN de 1925 sin que se repita algo similar. Esto sugiere que la ocurrencia de estos FEN costeros se deben a la conjunción de más de varios factores. En particular, es posible que el mecanismo WES haya sido más inestable en 2017 que en otros años y el evento meteorológico que debilitó los alisios del SE ocurrió en el momento justo para gatillarlo. Si bien esos eventos meteorológicos no son predecibles con meses de anticipación, es posible que las condiciones que hicieran al sistema océano-atmósfera más susceptible sí lo sean. Takahashi y Martínez (2017) proponen que las condiciones de La Niña en el Pacífico central son favorables para el FEN costero ya que desestabilizan la atmósfera al enfriar la tropósfera tropical (Jauregui y Takahashi, 2017), así como las anomalías de viento del oeste en niveles altos que traen humedad al Pacífico oriental. Por otro lado, resultados preliminares indican que la presencia de anomalías oceánicas cálidas frente a la costa norte de Chile y sur de Perú es un predictor útil del FEN costero, sin embargo, el mecanismo físico exacto que los conecta no es totalmente claro. Se advierte que no es que esta anomalía cálida se desplace desde el sur a la costa norte, sino que más bien la conexión podría ser atmosférica. Si bien estos resultados ya nos dan algunos elementos que se pueden usar para la predicción del próximo FEN costero, aún es necesario realizar investigación científica más profunda que permita entender mejor los mecanismos físicos y tener una mayor confianza en que los pronósticos cuentan con una base sólida, de tal manera que no tendremos otras sorpresas negativas en el futuro.

Física del Fenómeno El Niño “Costero”

Takahashi, K.

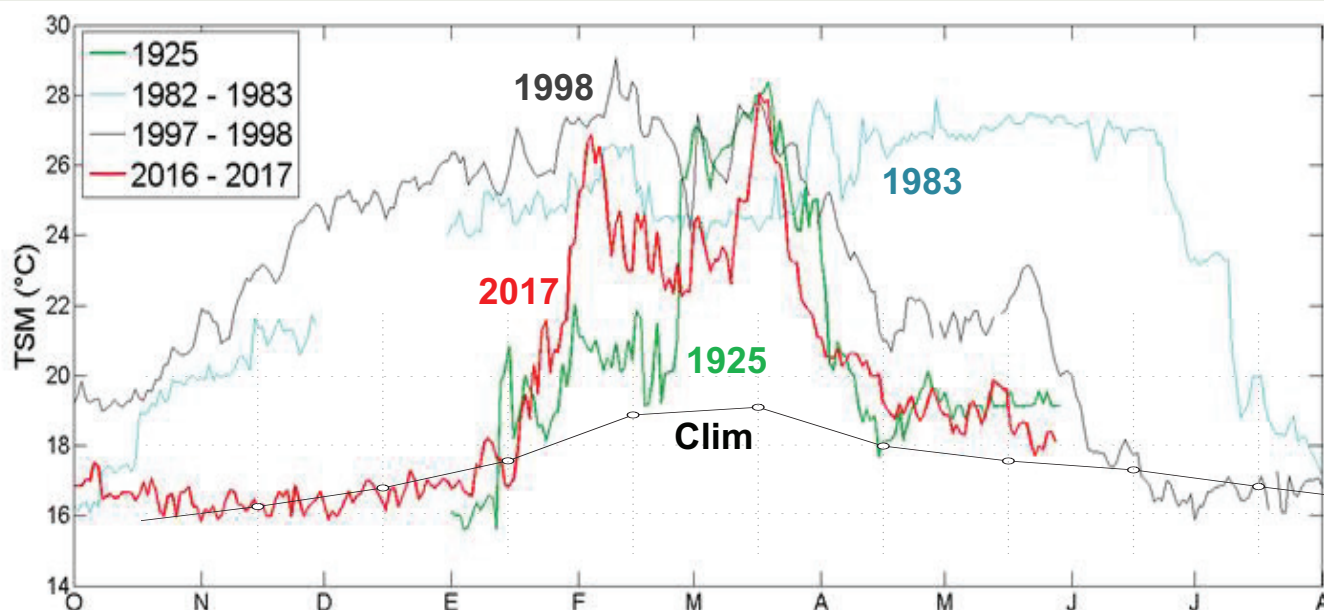


Figura 4: Temperatura superficial del mar diaria en Puerto Chicama (7°S) durante los eventos FEN de mayor impacto en el último siglo y su climatología mensual. Adaptado de ENFEN (2017).

Referencias

Eguiguren V., 1894: Las lluvias en Piura. Bol Soc Geogr Lima 4:241–258

ENFEN, 2017: El Niño Costero 2017. Informe Técnico Extraordinario N°001-2017/ENFEN, 31 pp.

Jauregui, Y. R., Takahashi, K., 2017: Simple physical-empirical model of the precipitation distribution based on a tropical sea surface temperature threshold and the effects of climate change. *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-017-3745-3

Philander, S. G. H., Gu, D., Lambert, G., Li, T., Halpern, D., Lau, N. C., Pacanowski, R. C., 1996: Why the ITCZ is mostly north of the equator. *Journal of Climate*, 9(12), 2958-2972.

Schott, G., 1931: Der Peru-Strom und seine nördlichen Nachbargebiete in normaler und anormaler Ausbildung. *Ann Hydrogr Mar Meteor* 59, 161–169, 200–213, 240–257. Traducido al español en Bol. Cia. Admin. Guano (1933), IX, 3–4, 65–110.

Takahashi, K. 2017: Fenómeno El Niño: “Global” vs “Costero”. *Boletín Técnico El Niño – IGP*, 4 (4), 4-7.

Takahashi, K., Battisti, D. S., 2007: Processes controlling the mean tropical Pacific precipitation pattern. Part I: The Andes and the eastern Pacific ITCZ. *Journal of Climate*, 20(14), 3434-3451.

Takahashi, K., Dewitte, B. 2016: Strong and moderate nonlinear El Niño regimes. *Climate Dynamics*, 46, 1627-1645, doi:10.1007/s00382-015-2665-3.

Takahashi, K., Karamperidou, C., Dewitte, B. 2017: A theoretical model of strong and moderate El Niño regimes, *Climate Dynamics*, en revisión.

Takahashi, K., Martínez, AG. 2016: The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1

Xie, S.-P., Philander, S. G. H., 1994: A coupled ocean-atmosphere model of relevance to the ITCZ in the eastern Pacific. *Tellus*, 46A, 340-350

Pronósticos probabilísticos de El Niño/La Niña para el verano con los modelos NMME

Ken Takahashi

Instituto Geofísico del Perú

En el año 2015, la Comisión ENFEN inició la emisión periódica de pronósticos probabilísticos de la presencia de El Niño o La Niña, con sus diferentes intensidades, para el periodo de verano (diciembre-marzo), que aproximadamente coincide con la temporada de lluvias. La verificación de dichos pronósticos utiliza una adaptación del criterio definido por el ENFEN (2012, 2015) que considera umbrales para el Índice Costero El Niño (ICEN) y el Índice Oceánico Niño (ONI) para el Pacífico oriental y central, respectivamente, que deben ser excedidos al menos por tres meses, en este caso entre diciembre y marzo. Como se mostró anteriormente (Takahashi, 2017), la verificación de pronósticos oficiales del ENFEN realizados para los veranos 2015-2016 y 2016-2017, los cuales se basan en una evaluación experta de la información disponible, indicó resultados comparables a los pronósticos directamente obtenidos de modelos numéricos internacionales, también considerados por el ENFEN. Sin embargo, la metodología para el cálculo de dichos pronósticos con los modelos es algo que recientemente se está implementando en el Instituto Geofísico del Perú- IGP y en este artículo se darán algunos detalles de cómo se realiza este cálculo.

El que el pronóstico se formule en término de probabilidades es un reflejo de la incertidumbre asociada a un sistema complejo que es imperfectamente entendido y observado. Específicamente, en el caso de los pronósticos de El Niño/La Niña, se pueden identificar los siguientes tipos de fuentes de incertidumbre: la imperfecta caracterización mediante observaciones del estado actual del sistema climático a partir del cual se hacen las proyecciones futuras del estado y el crecimiento rápido de los errores debido a la

naturaleza caótica del sistema, la incertidumbre estructural asociada a los errores en los modelos climáticos usados para realizar las proyecciones, y las limitaciones en nuestro conocimiento experto y sesgos psicológicos al momento de evaluar la información de los modelos (Takahashi, 2015b).

Cuando trabajamos con modelos numéricos, la incertidumbre asociada con los errores en la condición inicial, en principio, se pueden estimar mediante el uso de “ensembles”. Es decir, se realizan múltiples simulaciones con un mismo modelo pero con condiciones iniciales ligeramente diferentes. La divergencia de dichas simulaciones entonces nos podría dar un estimado de esta incertidumbre. Por otro lado, si utilizamos un “ensemble” o conjunto de modelos, el grado en que las simulaciones de los diferentes modelos divergen nos puede dar una idea de la incertidumbre estructural ya que se espera que los errores de los modelos sean independientes, de manera que en promedio se cancelen entre sí.

Sin embargo, en lo anterior existen dos supuestos fuertes y no necesariamente correctos. El primero es que los “ensembles” de los modelos individuales tienden a presentar poca divergencia y subestima la incertidumbre, resultando en pronósticos excesivamente confiados, parcialmente debido a que el número de miembros de los “ensembles” es típicamente pequeño (Larson y Kirtman, 2015). El segundo es que los errores de los modelos no son necesariamente independientes. Sabemos los errores en el clima promedio simulado en el Pacífico tropical son similares entre modelos y son particularmente pronunciados en el Pacífico oriental (Takahashi, 2015a). Esto implica que los errores en los

Anomalías de TSM (°C) en marzo: Pronósticos NMME vs observaciones

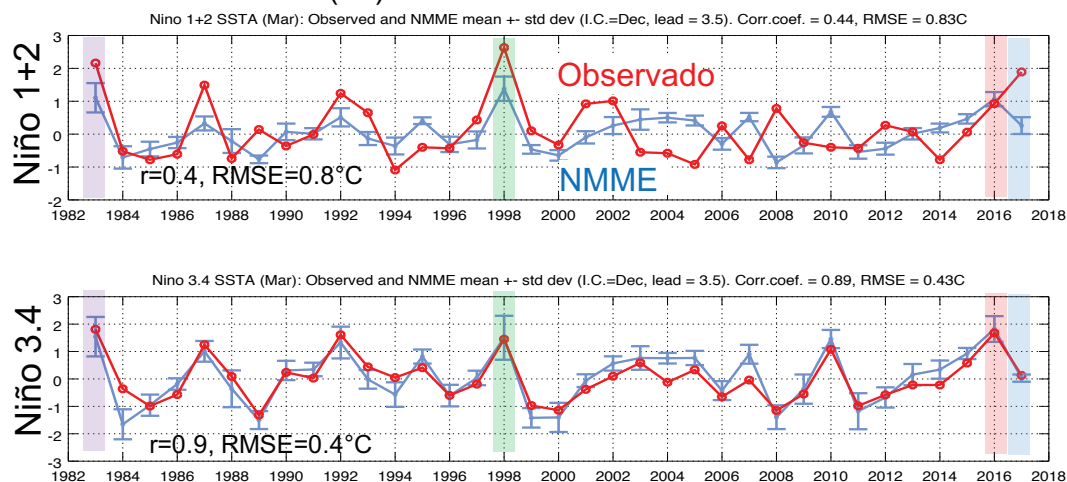


Figura 1: Anomalías de temperatura superficial del mar de marzo para las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4 en observaciones (rojo) y pronosticada por el promedio de los modelos NMME inicializados en diciembre (azul). Las barras de error indican la desviación estándar entre los promedios de cada modelo.

Pronósticos probabilísticos de El Niño/La Niña para el verano con los modelos NMME

Ken Takahashi
Instituto Geofísico del Perú

pronósticos también podrían ser similares y, como se describe abajo, es lo que se ha encontrado en un análisis preliminar de los modelos del North American Multi Model Ensemble (NMME; Kirtman et al, 2014).

Los pronósticos de temperatura superficial del mar de siete modelos NMME para el periodo entre 1981 y 2017 se obtuvieron de la base de datos correspondiente (<http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.Models/.NMME>). Se calculó la climatología por separado para cada modelo, para cada uno de los doce meses en el año de condición inicial y para cada "lead" (tiempo de pronóstico en meses), lo cual permite calcular anomalías a las cuales se les ha removido el error sistemático asociado a la "deriva" (drift) que lleva a cada modelo hacia su estado climatológico propio. Se calculó el promedio de los primeros diez miembros del "ensemble" de cada modelo para tener un igual número por modelo, produciendo pronósticos promedio de anomalías por cada modelo que luego se compararon con los datos observados para calcular el error de pronóstico.

Si nos fijamos en los pronósticos inicializados en diciembre para marzo (mes clave para las lluvias en la costa norte), vemos que para la región Niño 1+2 en el Pacífico oriental los errores relativos a las observaciones son grandes y, en general, mayores que la dispersión entre los modelos (Figura 1). Consistente con esto, la correlación entre los errores de los diferentes modelos es bastante alta en la región Niño 1+2 en el Pacífico oriental (Figura 2). Es decir que los modelos fallan de la misma manera y se gana poco comparándolos entre sí para estimar la incertidumbre estructural. Para la región Niño 3.4 en el Pacífico central este problema no es tan grande pero también existe. Este resultado sugiere que podría ser conveniente combinar los "ensembles" de 10 miembros de cada modelo en un "super ensemble" de 70 miembros, lo cual nos permitiría al menos tener una mejor idea de la incertidumbre en la condición inicial.

Con este "super ensemble", podemos realizar un cálculo de probabilidades simplemente contando el número de miembros que pronostican cada condición. Primero se

determina para cada uno de los 70 miembros cuál es el pronóstico para el verano usando el criterio del ENFEN. Para esto se toma la media móvil trimestral de los pronósticos mensuales de las anomalías de TSM para las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4 como estimaciones del ICEN y ONI, respectivamente, y se determina si corresponde a neutro o a alguna magnitud de El Niño o La Niña. Teniendo los 70 pronósticos determinísticos, se contabiliza cuántos miembros corresponden a cada categoría y el porcentaje del total nos da la probabilidad estimada. Si bien Tippet et al. (2017) incluyen una corrección a este cálculo para evitar probabilidades indeseables de 0%, debido a que tanto el tamaño del "super ensemble" y el número de categorías son grandes y a que el ENFEN no considera decimales en los porcentajes, en la práctica esto no hace diferencia.

Este cálculo se puede realizar fácilmente en forma automatizada y proporciona una referencia que la Comisión ENFEN puede usar como punto de partida cuantitativo para la preparación de los pronósticos oficiales. Esto puede ser potencialmente más útil que sencillamente considerar la distribución climatológica o el pronóstico del mes anterior, además que al actualizarse mensualmente permite caracterizar los cambios en los pronósticos de los modelos. Por ejemplo, los pronósticos para el Pacífico central inicializados en setiembre de 2017 indicaban probabilidades de 58% para condiciones neutras y 42% para La Niña, mientras que el inicializado en octubre invirtió esto a 36% neutral y 64% La Niña. Por otro lado, si bien hasta el momento el desempeño de estos pronósticos y los pronósticos oficiales del ENFEN han sido similares, se debe mantener un nivel de escepticismo, particularmente en lo que refiere al Pacífico oriental donde los modelos pueden ser erróneamente confiados.

Referencias

- ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN, 3 pp.
- ENFEN, 2015: Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016, Nota Técnica ENFEN N°02-2015, 7 pp.
- Kirtman, B. P., Min, D., Infanti, J. M., Kinter, J. L., Paolino, D. A., Zhang, Q., Van Den Dool, H., Saha, S., Peña Mendez, M., Becker, E., Peng, P., Tripp, P., Huang, J., Dewitt, D. G., Tippet, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., Rienecker, M., Suarez, M., Li, Z. E., Marshak, J., Lim, Y. K., Tribbia, J., Pegion, K., Merry eld, W. J., Denis, B., Wood, E. F., 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 seasonal-to-interannual prediction; Phase-2 toward developing intraseasonal prediction. Bull. Amer. Meteor. Soc., doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1.
- Larson, S. M., Kirtman, B. P., 2015: An alternate approach to ensemble ENSO forecast spread: Application to the 2014 forecast. Geophys. Res. Lett., doi: 10.1002/2015GL066173
- Takahashi, 2015a: Modelos climáticos y sus errores promedio en el Pacífico. Bol. Tec. El Niño IGP, 2 (6), 4-8.
- Takahashi, 2015b: La ciencia de la predicción. Bol. Tec. El Niño IGP, 2 (10), 4-8.
- Takahashi, 2017: Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Bol. Tec. El Niño IGP, 4 (8), 8-9.
- Tippet, M. K., Ranganathan, M., L'Heureux, M., Barnston, A. G., DelSole, T., 2017: Assessing probabilistic predictions of ENSO phase and intensity from the North American Multimodel Ensemble. Climate Dynamics, doi:10.1007/s00382-017-3721-y.

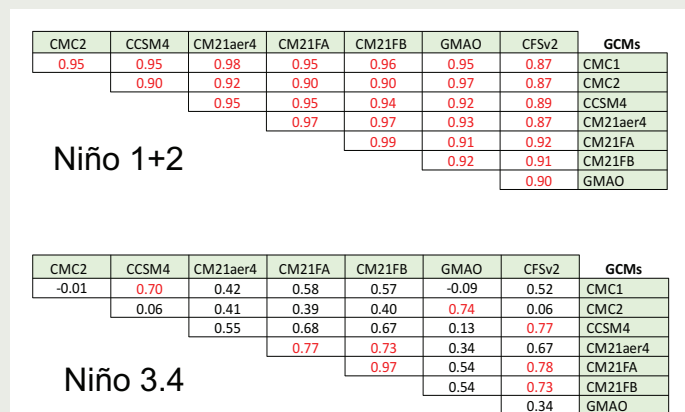


Figura 2: Correlación lineal entre los errores en los pronósticos promedios de cada modelo de NMME (con el sesgo medio removido) para marzo con condición inicial de diciembre entre 1981 y 2016 para las regiones Niño 1+2 (Pacífico oriental) y Niño 3.4 (Pacífico central). Los valores altos indican que los modelos no aportan información independiente.

Resumen del Informe Técnico

PP N°068/EI Niño - IGP/ 2017-10

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 2017 el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), basado en ERSST, indicó la condición climática Neutra (-0.98), mientras que el valor del ICENOI con datos de OISSTv2 correspondió a una condición climática Fría Moderada (-1.28). Los valores temporales del ICEN (ICENTmp) y el ICENOI (ICENOItmp) para el mes de octubre indican condiciones Fría débil y Fría Moderada, respectivamente, y para el mes de noviembre ambas coinciden en mostrar condiciones Frías Débiles. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que setiembre tuvo condiciones Neutras; los índices temporales estimados para octubre y noviembre indican condiciones Frías Débiles.

Según el análisis de los modelos oceánicos utilizados y los datos observados, se espera que la temperatura superficial del mar (TSM) en el litoral peruano se presente entre alrededor de lo normal a ligeramente más fríos hasta finales de año y en los primeros meses del año 2018.

Para el pronóstico a largo plazo, los siete modelos numéricos de NMME, inicializados con condiciones del mes de noviembre, predicen en promedio, a pesar de mostrar anomalías ligeramente negativas, condiciones del tipo Neutral en el Pacífico oriental hasta el mes de mayo de 2018.

Para los meses de diciembre y enero en el Pacífico Central, 2 de 7 modelos de NMME indican condiciones Frías Moderadas, y 5 modelos indican Frías Débiles. En promedio, los modelos de NMME muestran condiciones frías débiles hasta el mes de marzo de 2018. Para el periodo diciembre 2017-marzo 2018, los pronósticos de los modelos han incrementado, sustancialmente, la probabilidad de condiciones La Niña en el Pacífico central ecuatorial, de 64% (condición inicial de octubre) a 85% (condición inicial de noviembre).

Si bien lo anterior indica pocas probabilidades de que se pueda repetir un evento similar a El Niño costero de 2017, no se puede descartar un escenario de lluvias en el norte como el observado en el verano de 2008 durante La Niña en el Pacífico central.

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 2017 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 2017. Los valores se muestran en la Tabla 1. El valor de setiembre corresponde a condiciones Neutras, aunque con el valor de la TSM por debajo de su promedio.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones
2017	Junio	-0.11	Neutra
2017	Julio	-0.49	Neutra
2017	Agosto	-0.75	Neutra
2017	Setiembre	-0.98	Neutra

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

Según los valores del ICENTmp, se estima que en los meses de octubre y noviembre de 2017 las condiciones serían Frías Débiles. El ICEN de octubre será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de noviembre del año en curso.

Los valores del ICENOItmp estimados para octubre y noviembre de 2017 corresponden a condiciones Frías Moderadas y Frías Débiles respectivamente. El ICENOI de octubre será confirmado cuando se disponga del valor de OISST v2 para el mes de noviembre de 2017.

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 2017, es de -0,42°C, correspondiente a condiciones Neutras.

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Según los datos (IR, MW, OSTIA), en el Pacífico central las anomalías de la TSM diaria continuaron en el rango neutral, manteniéndose cerca al valor

de -0.5°C . Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM también indica anomalías negativas, con un promedio de -1.4°C , siguiendo una tendencia negativa a partir de los últimos días de octubre.

En octubre, el esfuerzo de viento zonal mensual en el Pacífico central (160°E - 160°W ; 5°S - 5°N) continuó con anomalía del este, siendo de menor magnitud que el mes anterior; las máximas anomalías negativas se observaron en la segunda y tercera semana del mes. La actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central-oriental, continuó inferior a su climatología y el patrón anómalo de convección ecuatorial siguió indicando un desplazamiento hacia el Pacífico occidental, consistente con condiciones atmosféricas tipo La Niña. El contenido de calor oceánico continúa mostrando anomalías negativas, y la inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó con valores cerca de su normal aunque ligeramente negativos.

Las corrientes zonales calculadas por GODAS en el Pacífico Ecuatorial, durante el mes de octubre, continuaron mostrando anomalías negativas (corrientes hacia el oeste) en la parte superior del océano, principalmente al oeste de 170°E y entre 165°W y 100° . Esto podría deberse a la presencia de ondas Kelvin frías según los datos de la profundidad de la termoclina del producto ARGO+TAO y modelos lineales, originadas por dos pulsos de vientos del Este relativamente intensos, los cuales se localizaron al oeste de 150°W .

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según los pronósticos de los modelos GFS y CFS, se espera que en las siguientes semanas se produzcan anomalías de viento del este, entre 160°E y 160°W en la franja del Pacífico Ecuatorial. Si esto se diera, entonces se esperaría que parte de esa energía se transmita como onda Kelvin fría que contribuiría en mantener (e incluso disminuir más) la anomalía negativa de la profundidad de la termoclina, principalmente en el Pacífico Oriental, en los siguientes dos meses.

La onda Kelvin cálida observada en la zona occidental del Pacífico, que se habría formado por la reflexión de una onda Rossby cálida en la frontera occidental, podría contribuir a aminorar las anomalías negativas de la profundidad de la termoclina en el Pacífico central.

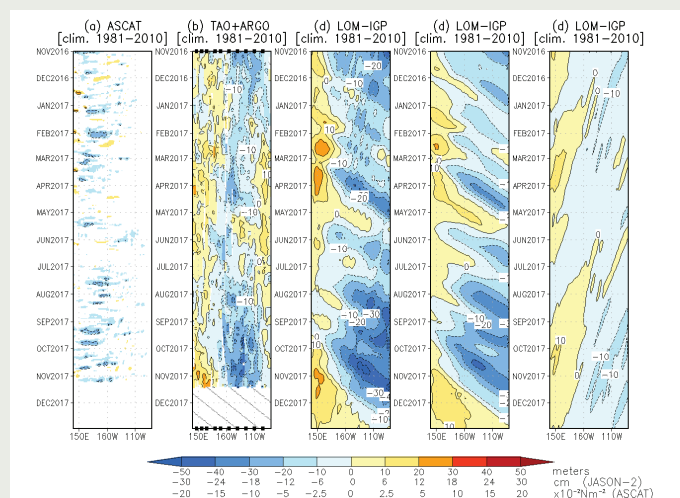


Figura 1.- Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaner ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente 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).

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Según los 7 modelos climáticos de NMME (CFSv2, NASA_GEOS5, FLOR, CM2.1, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2), con condiciones iniciales de noviembre para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), indican en promedio condiciones neutras hasta el mes de mayo de 2018, (Fig. 2) En contraste con los pronósticos del mes anterior, estos son menores e indican anomalías negativas. Además, los modelos CFSv2 y NCAR_CCS indican condiciones Niña moderada y Niñas débil entre los meses de noviembre-febrero y noviembre-enero, respectivamente.

Para el Pacífico central (Niño 3.4), según los modelos de NMME, inicializados en noviembre, para los meses de diciembre y enero de 2018, 2 de 7 modelos indican condiciones frías moderadas, 5 modelos indican frías débiles. Para el mes de febrero los 7 modelos indican condiciones frías débiles. El pronóstico promedio de los modelos de NMME y el modelo BoM POAMA indican la presencia de La Niña de magnitud débil para el verano 2017/18. Considerando los modelos JMA MRI, UKMO, y ECMWF, inicializado en octubre, también indican La Niña débil para el mismo periodo.

Utilizando los pronósticos de los 10 primeros miembros de los ensembles de cada uno de los ocho modelos (con el error promedio retrospectivo 1982-2010 removido) se ha realizado un cálculo objetivo de las probabilidades contando el porcentaje de las 80 corridas que corresponden a cada una de

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).

las categorías pronosticadas para el verano. Este cálculo se ha realizado para los pronósticos previos, empezando en agosto 2017. Según este cálculo, los pronósticos de los modelos climáticos presentan alta confianza en condiciones neutras en la costa pero han incrementado sustancialmente la probabilidad de condiciones La Niña en el Pacífico central ecuatorial para el verano 2017-2018, de 8% en agosto, a 43% en setiembre, a 64% en octubre, a 85% con condiciones iniciales de diciembre. El patrón espacial proyectado de TSM y de precipitación pronosticado es típico de La Niña, con ausencia de calentamiento en el Pacífico sudeste (frente a norte de Chile) y en la costa de Perú como en el 2016. Asimismo, no se prevé mayor lluvia en la banda sur de la ZCIT en el verano/otoño de 2018 como en los pronósticos del 2016. Esto indica pocas probabilidades de que se pueda repetir un evento similar a El Niño costero de 2017, aunque no se puede descartar un escenario de lluvias en el norte como el sucedido en febrero del año 2008, fecha en la cual se desarrollaba un evento La Niña en el Pacífico Central.

Conclusiones

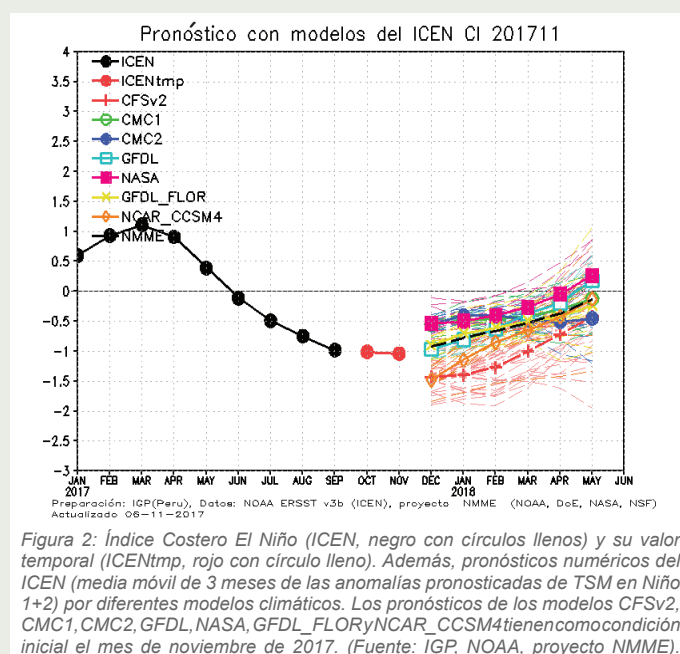
1. El ICEN para setiembre de 2017 fue de -0.98 (Neutra) y el ICENTmp para octubre y noviembre de 2017 es -1.01 y -1.04 (Niña Débil). Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son -1.28 (Fría Moderada), y los temporales -1.31 (Fría Moderada) y -1.20 (Fría Débil). El ICEN calculado con la versión 5 de ERSST para setiembre es -0.66 (Neutro) y los temporales para octubre y Noviembre son -0.89 y -0.90 (Neutro), respectivamente.

2. En el Pacífico central, el ONI de setiembre (ASO) correspondieron a condiciones Neutras, y el estimado para octubre sería el de condiciones Fría Débil. La ATSM en la región Niño 3.4, fue, en promedio, -0.5.

3. En octubre, según TAO, el viento zonal ecuatorial presentó anomalías del este en el Pacífico central-occidental (al oeste de 160°W).

4. El patrón anómalo de convección ecuatorial sigue indicando desplazamiento hacia el Pacífico occidental, consistente con condiciones tipo La Niña.

5. La inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó ligeramente inclinada, similares a las de octubre del año pasado. En relación a la descarga, esta ha resultado con en anomalías negativas de contenido de calor.



6. Durante el mes de octubre, según los datos de ASCAT y NCEP, se observaron dos pulsos de viento del Este relativamente intensos, los cuales se localizaron al oeste de 150°W, aproximadamente. Estas anomalías negativas forman parte de un conjunto de pulsos de viento del este que se vienen observando desde el mes de julio del presente año.

7. Estos pulsos contribuyeron a mantener la presencia de ondas Kelvin frías en el Pacífico ecuatorial, tal como se observa en los datos de anomalía de la profundidad de la termoclina y resultados de modelos numéricos. Las presencias de estas ondas también se observan en los datos de nivel del mar de DUACS y corrientes de GODAS.

8. Las anomalías positivas de la profundidad de la termoclina en el extremo occidental se podrían deber, en parte, a la reflexión de las ondas Rossby como ondas Kelvin cálidas, tal como lo muestran los modelos oceánicos lineales y la descomposición de modos meridionales usando DUACS.

9. Hay que indicar que el modelo de ondas, por el momento, está sobreestimando la anomalía negativa de la profundidad de la termoclina en el extremo oriental cuando es forzado con ASCAT y, en menor medida, con NCEP.

10. Para las próximas semanas, el modelo GFS y el CFS predicen anomalías de viento del este, entre 160°E y 160°W, en la franja del Pacífico Ecuatorial. De darse este escenario, estos vientos podrían proyectarse en ondas Kelvin frías que contribuirían a mantener (e incluso disminuir) la anomalía negativa de la profundidad de la termoclina principalmente en el Pacífico Oriental, en los siguientes dos meses.

Resumen del Informe Técnico

PP N°068/EI Niño - IGP/ 2017-10

11. La onda Kelvin cálida que se observa en el Pacífico Occidental podría contribuir a aminorar las anomalías negativas en el Pacífico central.

12. Los pronósticos de los modelos han incrementado sustancialmente la probabilidad de condiciones La Niña en el Pacífico central ecuatorial, de 64% (condiciones iniciales de octubre) a 85% (condiciones. Iniciales de noviembre). El patrón espacial proyectado de TSM y de precipitación pronosticado es típico de La Niña, con ausencia de calentamiento en el Pacífico sudeste (frente a norte de Chile) y en la costa de Perú como en el 2016. Asimismo, no se prevé mayor lluvia en la banda sur de la ZCIT en el verano/otoño de 2018 tal como se mostró en los pronósticos del año 2016 para este mes. Esto indica pocas probabilidades de que se pueda repetir un evento similar a El Niño costero del año 2017, aunque no se puede descartar un escenario de lluvias en el norte como el de La Niña 2008.

13. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los 7 modelos de NMME indica condiciones Neutras hasta mayo de 2018; en contraste con los pronósticos del mes anterior, estos índices son menores para el verano, según los modelos CFSv2 y NCAR_CCS se espera condiciones Niña moderadas y Niñas débiles entre los meses (Nov-Feb) y (Nov-Ene) respectivamente.

14. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), para los meses de diciembre y enero 2 de 7 modelos de NMME indican condiciones frías Modeladas, 5 modelos frías débiles. Para el mes de febrero los 7 modelos indican condiciones Frías Débiles. El pronóstico de los modelos de NMME y el modelo BoM POAMA indican La Niña de magnitud Débil para el verano (DEFM) 2017/18.

Referencias

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

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 Magister 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.

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° 15- 2017

Estado del sistema de alerta: **Vigilancia de La Niña Costera.**

La Comisión Multisectorial ENFEN cambia el estado de sistema de alerta no activo a “Vigilancia de La Niña Costera” debido a que en la actualidad la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2, así como a lo largo de la costa del Perú, presenta una tendencia a condiciones frías débiles en lo que resta del año.

Asimismo, tomando en cuenta el monitoreo y el análisis de esta Comisión Multisectorial ENFEN, así como los resultados de los modelos de las Agencias de Pronósticos Internacionales, se considera para el verano 2017-2018 la probabilidad de la presencia de La Niña (64%) para el Pacífico central ecuatorial; mientras que para la región oriental (Región Niño 1+2) se espera condiciones neutras (72%). De presentarse La Niña en el Pacífico central ecuatorial en el verano 2018, se esperaría que las lluvias sean mayores que lo normal en las regiones andina y amazónica.

La Comisión encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar y actualizar la información de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas correspondiente al mes de octubre de 2017.

La anomalía negativa de la temperatura superficial del mar (ATSM) se mantuvo en la región del Pacífico Central (Niño 3.4) con el valor de $-0,5^{\circ}\text{C}$, y en la región oriental (Niño 1+2) se incrementaron las condiciones frías alcanzando, en promedio, $-1,3^{\circ}\text{C}$ (Figura 1a, 1b), debido a la intensificación de los vientos alisios y la presencia de ondas Kelvin frías.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una anomalía media de $+1$ hPa en su núcleo y una configuración zonal alrededor de su posición habitual. Durante los primeros veinte días, la intensificación del APS contribuyó al incremento de vientos costeros de moderada intensidad a lo largo de la franja costera, situación que continúa favoreciendo las condiciones ligeramente frías en el mar peruano, principalmente en la región centro y sur.

Para setiembre el Índice Costero El Niño (ICEN) tomó los valores de $-1,28^{\circ}\text{C}$ (fuente NCEP OI SST v2) y $-0,98^{\circ}\text{C}$ (fuente ERSST v3) que correspondió a condiciones frías moderadas y neutras, respectivamente. El valor estimado (ICENTmp) para octubre correspondería a condición fría entre débil a moderada.

fuera de las 60 millas de la costa, en promedio, se observó la influencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) de alta salinidad entre Punta Falsa y San Juan. Por otro lado, en el litoral peruano las anomalías de la TSM predominaron por debajo de su normal (anomalías negativas), excepto en Paita y Callao; asimismo el NMM predominó con anomalías negativas guardando relación con los pulsos de vientos del sur durante el mes, excepto en el norte (Talara y Paita).

Las anomalías de las temperaturas extremas del aire mantuvieron condiciones normales para todo el litoral peruano. (Ver Cuadro 1).

Los caudales de los ríos de la costa norte del país se mantienen dentro de sus rangos normales, con ligeros ascensos en los ríos Chira y Chancay – Lambayeque. Las reservas hídricas en la costa norte y sur vienen operando en promedio al 79% y 62% de su capacidad hidráulica.

La clorofila-a reflejó concentraciones por encima de lo normal, las cuales se focalizaron en las regiones centro y sur (12° - 16°S).

Los indicadores reproductivos del stock norte – centro de la anchoveta, mantuvieron valores altos, evidenciando la continuación del periodo principal de desove.

PERSPECTIVAS

En el litoral peruano se espera que la TSM se mantenga con anomalías negativas hasta fin de año debido al arribo de las ondas Kelvin frías y a la intensificación de los vientos frente a la costa peruana.

Definición de estado de Sistema de alerta “No activo”: Se da en condiciones neutras o cuando la Comisión ENFEN espera que El Niño o La Niña costeros están próximos a finalizar. (Nota Técnica ENFEN 01-2015). Se denomina “Evento El Niño en la región costera de Perú” o “El Niño Costero” al periodo en el cual el Índice Costero El Niño (ICEN), que es la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2, indique “condiciones cálidas” ($>+0,4^{\circ}\text{C}$) durante al menos tres (3) meses consecutivos (Nota Técnica ENFEN 01-2012)



Los resultados de los modelos climáticos de las agencias internacionales muestran condiciones ligeramente frías en noviembre y condiciones neutras en diciembre para la región Niño 1+2, mientras que para la región del Pacífico Central (Niño 3.4) condiciones frías débiles hasta fin de año.

Tomando en consideración el monitoreo y el análisis de la Comisión Multisectorial ENFEN, así como los pronósticos de las Agencias Internacionales, se espera hasta fin de año que persistan las condiciones frías, tanto en la región oriental, como en la región del Pacífico Central. Esto último relacionado al desarrollo de La Niña en dicha zona.

En vista que los principales impactos de El Niño y La Niña suelen darse en la temporada de lluvias, es decir, durante el verano, el ENFEN proporciona una estimación de las probabilidades de ocurrencia de los mismos (Tablas N° 1 y 2) para dicho periodo. Con estas consideraciones, la Comisión Multisectorial ENFEN estima que para el próximo verano (diciembre 2017 - marzo 2018) en el Pacífico Central es más probable condiciones La Niña (64%), seguidas de condiciones neutras (35%); mientras que condiciones para un evento El Niño sólo alcanzan al (1%). Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2) frente a la costa norte del Perú, es más probable la condición neutra (72%) seguida por la condición La Niña (23%). Condiciones para un evento El Niño en esta región alcanza el 5%.

De mantenerse el escenario de La Niña en el Pacífico Central Ecuatorial hasta el verano 2018, se esperaría que las lluvias sean mayores que lo normal en las regiones andina y amazónica; además de ocurrir condiciones semejantes a la de La Niña en el Pacífico Central en el 2008 podrían presentarse lluvias intensas como lo sucedido en febrero de ese año en la zona costera de Tumbes y Piura.

La Comisión Multisectorial ENFEN continuará informando sobre la evolución de las condiciones observadas y actualizando la estimación de las probabilidades de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico Oriental y en el Pacífico Central para el verano 2018.

Callao, 14 de noviembre de 2017

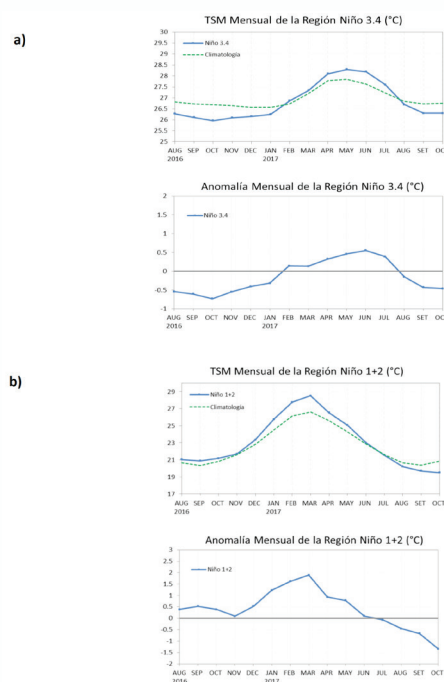


Figura 1. Temperatura y anomalía superficial del mar mensual: a) Región Niño 3.4 (5°N-5°S) / (170°W-120°W), agosto 2016 - octubre 2017. b) Región Niño 1+2 (0°-10°S) / (90°W-80°W), agosto 2016 - octubre 2017. Fuente: Gráfico DHN, Datos: OISST.V2/NCIP/NOAA.

Cuadro 1. Anomalia media mensual de las temperaturas extremas del aire (a) máxima y (b) mínima desde enero a octubre 2017 para las regiones costeras norte, centro y sur del litoral peruano. Fuente: SENAMHI.

a). Anomalías promedio de temperatura máxima del aire (°C)										
Región	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
Costa Norte	1,5	1,2	1,0	0,9	1,2	1,0	0,9	0,6	0,6	0,5
Costa Centro	1,9	1,9	2,2	1,5	2,2	1,6	0,3	0,5	0,0	0,3
Costa Sur	1,5	1,2	1,0	0,8	1,6	0,9	0,5	0,6	-0,4	-0,5

b). Anomalías promedio de temperatura mínima del aire (°C)										
Región	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
Costa Norte	0,8	1,1	1,4	1,2	1,3	0,4	0,1	0,2	-0,1	-0,1
Costa Centro	1,8	2,0	2,4	2,0	3,1	1,8	1,1	0,7	0,4	0,4
Costa Sur	1,7	0,8	1,0	1,2	1,7	1,4	0,9	0,1	0,0	0,1

Tabla 1. Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño costero - La Niña costera (Región Niño 1+2) en el verano Diciembre 2017 - Marzo 2018.

Magnitud del evento durante diciembre 2017 - marzo 2018	Probabilidad de ocurrencia
La Niña moderada - fuerte	1%
La Niña débil	22%
Neutro	72%
El Niño débil	4%
El Niño moderado, fuerte y extraordinario	1%

Tabla 2. Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño - La Niña en el Pacífico Central (Región Niño 3.4) en el verano Diciembre 2017 - Marzo 2018.

Magnitud del evento durante diciembre 2017 - marzo 2018	Probabilidad de ocurrencia
La Niña moderada - fuerte	9%
La Niña débil	55%
Neutro	35%
El Niño débil	1%
El Niño moderado, fuerte y muy fuerte	0%





© 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:

