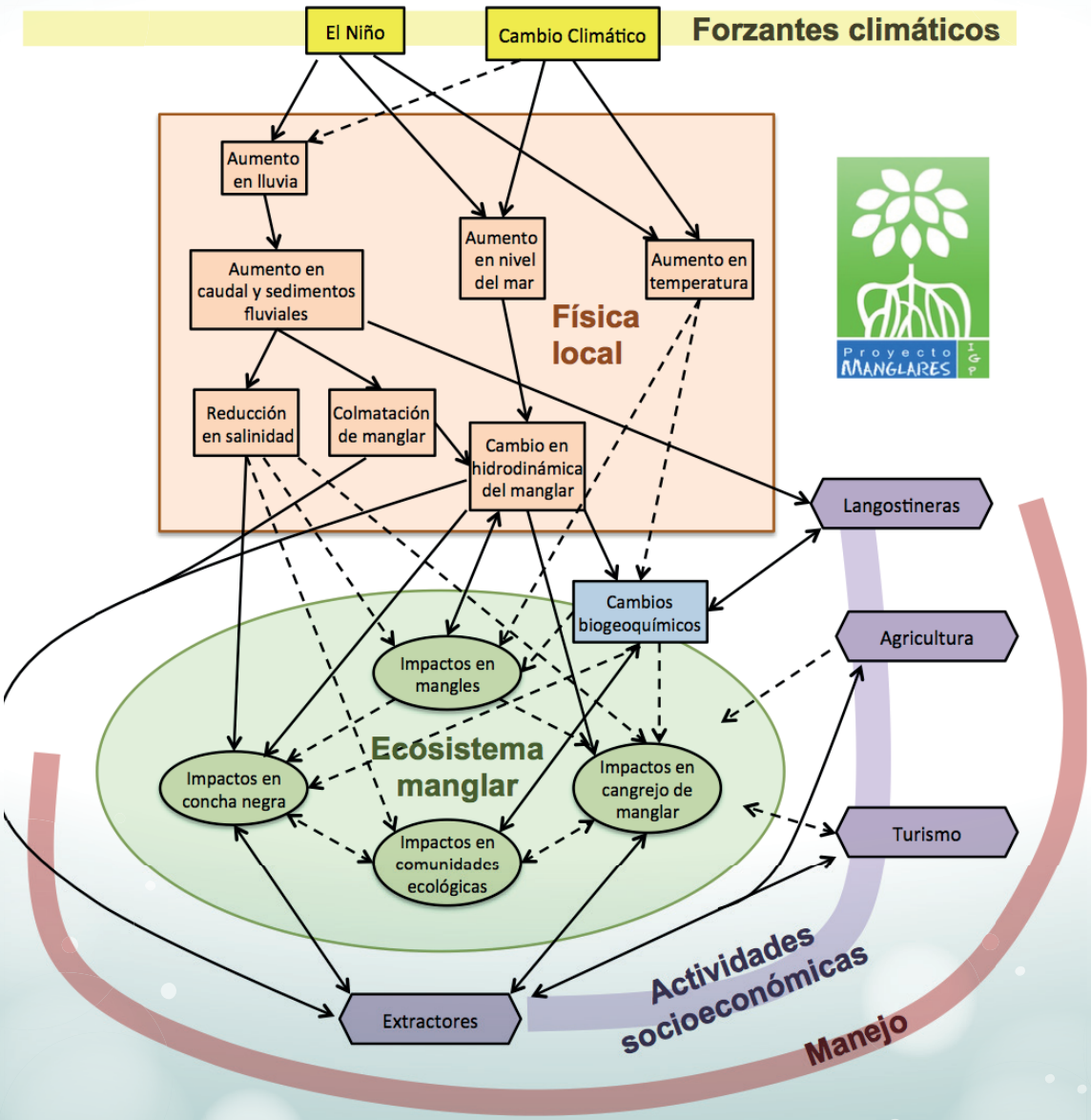
PERÚ Ministerio del Ambiente | Instituto Geofísico del Perú - IGP

Programa Presupuestal por Resultados Nº 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

"Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"

Boletín Técnico

Esquema conceptual del proyecto Manglares IGP



PERÚ PROGRESO PARA TODOS

Vol. 2 Nº 7 Julio 2015

Algunas consideraciones para el pronóstico de El Niño

Ken Takahashi[1]
[1]*Instituto Geofísico del Perú*

La gran preocupación de muchos peruanos en relación a El Niño en este momento es si el verano será como el de los años 1982-1983 o 1997-1998, es decir, eventos El Niño extraordinarios. El peor escenario concebible sería que ocurra un evento de esa magnitud y que el Perú no esté preparado. Ante la incertidumbre, el ENFEN dio el aviso de la posibilidad de tal evento y se están tomando medidas. De todas formas, es claro que es importante tener información más concreta sobre la probabilidad de estos intensos eventos, lo cual implica entender sus mecanismos y ser capaces de modelarlos correctamente. De gran urgencia el presente año, ¿son nuestra comprensión y los modelos científicos lo suficientemente buenos para la predicción de un El Niño extraordinario?

Los años 2012 y 2014, el ENFEN pudo pronosticar la ocurrencia de El Niño costero, el cual fue débil y moderado, respectivamente, basándose principalmente en el monitoreo de ondas Kelvin cálidas (Takahashi y Mosquera, 2014). Por otro lado, a nivel internacional, se pronosticaba El Niño en el Pacífico Central (sin indicar magnitud) hacia finales del 2012 y 2014, con probabilidades de más de 60% y de 75%, respectivamente[1]. Sin embargo, estos eventos no se llegaron a materializar según lo esperado. En el presente año, la mayoría de los modelos climáticos indica condiciones bastante más intensas en el Pacífico Central que en estos dos últimos casos, pero ¿es esto suficiente para creerles considerando su *performance* reciente?

Aunque los modelos climáticos proporcionan predicciones objetivas, están muy lejos de ser perfectos. Tienen errores comunes (particularmente grandes en el Pacífico Oriental; Takahashi, 2015b) y en general no representan adecuadamente las variaciones lentas o tendencias en las temperaturas sobre decenas de años. Además, el sistema océano-atmósfera es susceptible a perturbaciones, por lo que errores pequeños en las condiciones iniciales pueden crecer a lo largo del pronóstico. Por esto, normalmente se trabaja con un abanico de escenarios proveniente de un conjunto *(ensemble)* de simulaciones con condiciones cercanas a las actuales, pero con pequeñas diferencias entre ellas. Similarmente, es importante considerar también un conjunto multi-modelo, ya que errores propios de cada uno de ellos pueden llevar a escenarios distintos. De esta manera, se espera que los errores introducidos por las condiciones iniciales y por los mismos modelos se cancelen entre sí. Sin embargo, los errores comunes a todos los modelos, tales como la tendencia cálida y lluviosa en el frío y seco Pacífico Suroriental, no se cancelarán.

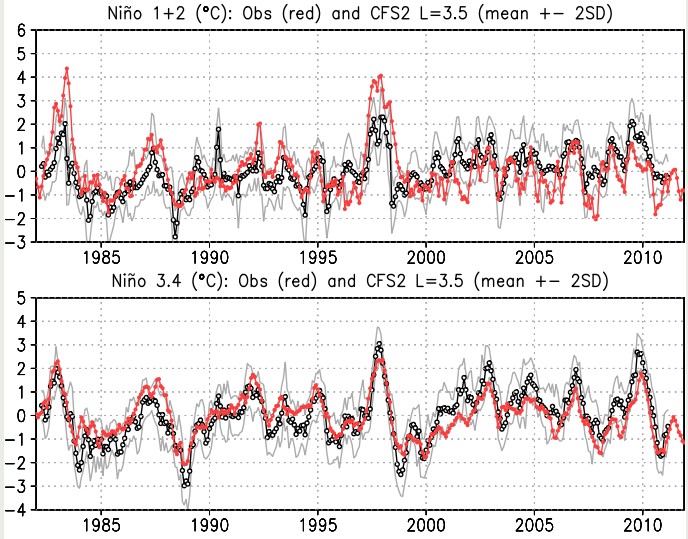


Figura 1. Anomalías de TSM (°C) en las regiones Niño 1+2 (arriba) y Niño 3.4 (abajo). Lo observado está en rojo, mientras que los pronósticos realizados con tres meses y medio de anticipación por el modelo CFS v2 de la NOAA se muestran en negro (promedio de los ensembles) y gris (más y menos dos desviaciones estándar de los ensembles).

Investigación reciente muestra que la física de los fenómenos de El Niño extraordinarios es diferente a la de los demás El Niño que involucran en forma esencial al Pacífico Oriental (Takahashi & Dewitte, 2015ab). Probablemente debido a esto, los modelos tienen más dificultad en hacer predicciones precisas en el Pacífico Oriental (Reupo y Takahashi, 2014ab). En particular, los modelos que usamos para el pronóstico ahora, no pudieron predecir retrospectivamente las grandes anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM) observadas en el Pacífico Oriental durante los eventos extremos de El Niño (1982-83, 1997-98), incluso con pocos meses de pronóstico (Takahashi et al., 2014), mientras que tienden a sobre-estimar en el Pacífico Central. Esto se puede ver en la Figura 1, en la que se muestra el pronóstico con solo tres meses y medio de

[1]*http://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/archive/201207/QuickLook.html, http://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/2014-July-quick-look*

Algunas consideraciones para el pronóstico de El Niño

Takahashi K.

anticipación con el modelo CFS v2 de la NOAA (EE. UU.) y vemos que, aún iniciando en el pico de El Niño en 1997, las anomalías pronosticadas fueron casi la mitad de lo observado tres o cuatro meses después. Este resultado es representativo de todos los modelos evaluados. Pero, entonces, ¿qué información útil se puede extraer de los modelos?

Dado que los pronósticos retrospectivos solo se tienen desde los años 80 y solo contamos con dos eventos El Niño extraordinarios en ese periodo, es más ilustrativo comparar los pronósticos del año presente con respecto a los pronósticos de estos dos eventos extraordinarios, en lugar de compararlos con los valores observados. En la Figura 2 se muestran los pronósticos con el modelo CFS v2 inicializados en los meses de junio de 1982 a 2014 para el periodo diciembre-febrero siguiente, ordenados según el tamaño de las anomalías observadas. El pronóstico de este año está al final. Lo que se puede observar es que este modelo indica temperaturas similares a las pronosticadas para el 1997-98, tanto en el Pacífico Oriental como en el Central. Por otro lado, vemos que no hay una buena correlación entre los pronósticos para los otros años y lo observado, lo cual se vería como un aumento progresivo de izquierda a derecha en los pronósticos. En conclusión, este modelo (y varios otros) prevén que este El Niño podría desarrollarse similarmente al de 1997-1998.

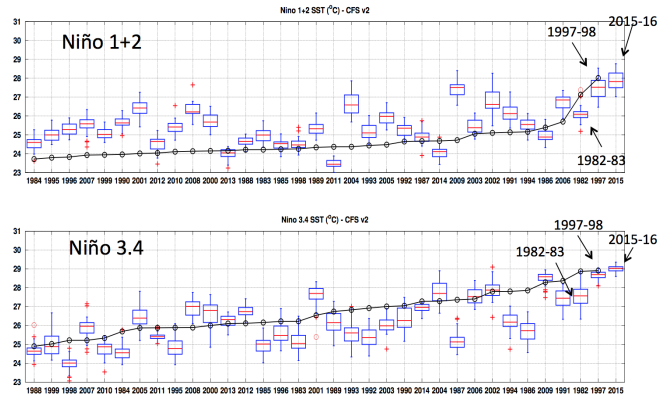


Figura 2. TSM absoluta (°C) promedio de diciembre a febrero en las regiones Niño 1+2 (arriba) y Niño 3.4 (abajo) ordenadas según el valor observado (negro). Las cajas corresponden a los ensembles de pronósticos inicializados en junio de cada año por el modelo CFS v2.

Por otro lado, los últimos años hemos estado en una fase decadal fría, lo cual parece haber inhibido el desarrollo de El Niño en el Pacífico Oriental. Si bien el Índice Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés) ha presentado valores positivos desde el año 2014 asociados al calentamiento superficial frente a la costa de Norte América, el que las anomalías de temperatura frente al Perú no hayan aumentado como en 1997 y, más bien, hayan decrecido, sugiere que quizás esta fase fría continúa activa en nuestra región. Esta es una incertidumbre clave para el pronóstico y no es claro si los modelos climáticos son capaces de representar la fase fría (Takahashi, 2015a). Igualmente, si bien el índice predictor que propusimos para El Niño extraordinario (Takahashi y Dewitte, 2015ab) tuviera un valor alto este año, habría la incertidumbre de si este es válido en el caso de una fase decadal fría.

Este año ya está evolucionando en forma distinta a cualquier otro anterior y con el pronóstico estamos poniendo a prueba tanto nuestras herramientas como conocimiento científico. Dado el historial imperfecto que ha mostrado recientemente la comunidad científica internacional para este fin, debemos ser muy conscientes de las incertidumbres. Tal vez la única regla segura sea que El Niño nos puede sorprender.

Referencias

Reupo, J., y Takahashi, K., 2014a: 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", Vol. 1, N°1, Enero, 8-9, Instituto Geofísico del Perú

Reupo, J., y Takahashi, K., 2014b: Variabilidad decadal en la bondad de los pronósticos con modelos climáticos globales, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N°8, Agosto, 9-10, Instituto Geofísico del Perú.

Takahashi, K., 2015a: Influencia de la variabilidad decadal en El Niño-Oscilación Sur, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 2, N°5, Mayo, 4-8Instituto Geofísico del Perú.

Takahashi, K., 2015b: Modelos climáticos y sus errores promedio en el Pacífico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 2, N°6, Junio, 4-8, Instituto Geofísico del Perú.

Takahashi, K., A. Montecinos, K. Goubanova, B. Dewitte, 2011: ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño, Geophysical Research Letters, doi: 10.1029/2011GL047364.

Takahashi, K., B. Dewitte, 2015a: Strong and moderate nonlinear El Niño regimes, Climate Dynamics, doi: 10.1007/s00382-015-2665-3.

Takahashi, K., B. Dewitte, 2015b: Física de El Niño extraordinario, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 2, N°4, Abril, 4-8, Instituto Geofísico del Perú.

Takahashi, K., R. Martínez, A. Montecinos, B. Dewitte, D. Gutiérrez, E. Rodríguez-Rubio, 2014, White Paper #8a Regional applications of observations in the eastern Pacific: Western South America, Report of the Tropical Pacific Observing System 2020 Workshop (TPOS 2020), La Jolla, United States, 27-30 January 2014, GCOS report 184, vol. 2, 171-205, http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/Publications/gcos-184_II.pdf.

Takahashi, K., y Mosquera, K., 2015: El Niño 2014, el Comité ENFEN y los medios, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 2, N°2, Febrero, 9-10, Instituto Geofísico del Perú.

Resumen del Informe Técnico
PPR/El Niño - IGP/ 2015-7

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para el Comité 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

Según el Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de julio las condiciones climáticas de la costa peruana fueron cálidas fuertes (1.96ºC), por lo tanto se confirma operacionalmente la presencia de El Niño Costero. Los valores preliminares calculados para julio también indican condiciones cálidas fuerte. El pronóstico de la temperatura superficial del mar de los modelos numéricos internacionales, con condiciones iniciales del mes de julio, indica en promedio que los estados climáticos se ubicarían en el rango de fuerte, tanto en setiembre como en octubre en el Pacífico Oriental. Estos mismos resultados numéricos predicen que para el Pacífico Central las condiciones serían cálidas muy fuertes.
La onda Kelvin cálida, formada en la primera quincena de junio, continúa su trayectoria hacia el Pacífico Ecuatorial Oriental y estaría arribando entre finales del mes de agosto e inicios del mes de setiembre. Por otro lado, un nuevo pulso de viento del oeste a fines de julio y localizado entre 160°E y la línea de cambio de fecha debe formar una onda Kelvin cálida que arribaría al extremo oriental aproximadamente en la segunda quincena de setiembre.

Índice Costero El Niño

Utilizando los datos de temperatura superficial del mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2, actualizados hasta el mes de julio de 2015 del producto ERSST v3b generados por el *Climate Prediction Center* (CPC) de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, EE.UU.), se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de junio de 2015. Los valores hasta esa fecha son:

Año	Mes	ICEN	Condiciones costeras del mes
2015	Marzo	0.18	Neutro
2015	Abril	0.68	Cálida Débil
2015	Mayo	1.36	Cálida Moderada
2015	Junio	1.96	Cálida Fuerte

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

Según los valores del ICEN, **se confirma que la condición climática para junio de 2015 es de CÁLIDA FUERTE.** Se recuerda que, de manera operacional, para declarar El Niño o La Niña en la costa las condiciones costeras deben ser cálidas o frías por al menos tres meses consecutivos (ENFEN, 2012).

Por lo tanto, con estas tres últimas condiciones cálidas (abril, mayo y junio) formalmente se establece la presencia de un evento EL NIÑO COSTERO, que hasta el momento, como parte de su evolución, ha alcanzado una MAGNITUD DÉBIL.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Actualmente el IGP cuenta con datos observacionales alternativos para el monitoreo de las ondas ecuatoriales, estos son adicionales a los datos de TAO (Takahashi et al., 2014). En particular, se han producido diagramas longitud-tiempo (Hovmöller) de las anomalías de nivel del mar calculadas de JASON-2 (Mosquera et al., 2014), de la profundidad de la isoterma de 20°C calculada de Argo (Aparco et al., 2014) y esfuerzo de viento zonal. Asimismo, el IGP cuenta con un modelo oceánico lineal (Mosquera, 2009; 2014 y Mosquera et al., 2011) que permite el monitoreo y predicción de la onda Kelvin. Este modelo usa tanto una profundidad referencial de la termoclina uniforme (LOM1) como variable (LOM2). Ambas configuraciones fueron forzadas usando anomalías de vientos superficiales obtenidas de ASCAT hasta el 31 de julio de 2015. Este modelo es luego corrido en modo de pronóstico con las anomalías de viento i) igualadas a cero (LOM1a y LOM2a) y ii) iguales al promedio de los últimos 30 días (LOM1b y LOM2b).

En el presente mes, los productos de ARGO (Figura 1c), JASON-2 (Figura 1d) y del modelo lineal (Figura 1e) muestran que la onda Kelvin cálida, que se generó en la primera quincena de junio, continúa su trayectoria hacia el Pacífico Ecuatorial Oriental. Esta onda se ha intensificado por las anomalías de viento del oeste de baja intensidad que han estado presentes desde inicio de julio hasta la fecha y que han alcanzado, en la quincena de julio, una extensión máxima que va desde 160°E hasta cerca de 120°E aproximadamente. Por otro lado, un nuevo pulso de viento del oeste a fines de julio y localizado entre 160ºE y 180º (línea de cambio de fecha) debe formar una onda Kelvin cálida que arribaría al extremo oriental, si tuviese una velocidad ideal de 2.6 m/s, en la segunda quincena de setiembre. Esta contribuirá a mantener el actual calentamiento en la costa peruana.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para el mes de setiembre, los pronósticos de la anomalía de la TSM en el Pacífico Oriental (Niño 1+2, ICEN) indican condiciones, principalmente, “cálidas fuertes” (6 de 8 modelos) y condiciones moderadas (2 de 8 modelos). Para el mes de octubre, 4 de 8 modelos indican condiciones fuertes y 4 de 8 modelos condiciones moderadas (Figura

Resumen del Informe Técnico
PPR/El Niño - IGP/ 2015-7

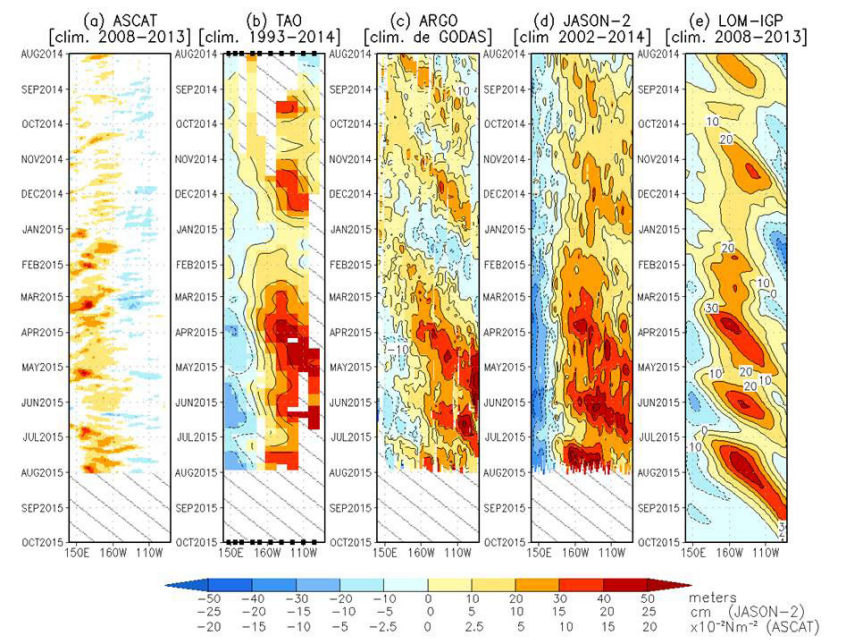


Figura 1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Finalmente en (e) se muestra la anomalía de la profundidad de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y taux=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

2). Por otro lado, en el Pacífico Central (Niño 3.4) los modelos indican que las condiciones estarán en el rango de "cálidas muy fuerte" para el mes de setiembre y octubre, las condiciones "cálidas muy fuerte" continuarían para los trimestres Agosto-Setiembre-Octubre y Noviembre-Diciembre-Enero.

Conclusiones

1. El ICEN para **junio** 2015 fue de **1.96°C (cálida fuerte).**

2. La onda Kelvin, formada por el pulso de viento del oeste de la quincena de junio, se ha intensificado por las anomalías de viento del oeste de baja frecuencia que han estado presentes desde inicios de julio hasta la fecha y que han alcanzado, en la quincena de julio, una extensión máxima que va desde 160ºE hasta cerca de 120ºE aproximadamente. Por otro lado, un nuevo pulso de viento del oeste a fines de julio y localizado entre 160ºE y 180º (línea de cambio de fecha)debe formar una onda Kelvin cálida que arribaría al extremo oriental, si tuviese una velocidad ideal de 2.6 m/s, en la segunda quincena de setiembre. Esta contribuirá en mantener al actual calentamiento en la costa peruana.

3. Para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), la mayoría de modelos (6 de 8) inicializados en julio indican que El Niño costero en marcha tendría magnitud fuerte (2 de 8 indican moderado). El pico sería en julio. Hacia inicio del 2016, todos los modelos predicen menores anomalías de TSM, pero aún correspondientes a condiciones cálidas.

4. Para el **Pacífico Central** (Niño 3.4), todos los modelos inicializados en julio indican que El Niño continuaría hasta al menos fines de 2015. La mayoría de modelos (5 de 7) indican que El Niño alcanzaría una magnitud muy fuerte hacia finales del 2015 y condiciones fuertes (2 de 7).

Modelo	Inicio	Extremo	Final	Magnitud
CFS2	abr-15	jul-15	No disponible	Moderado
CMC1	abr-15	jul-15	No disponible	Fuerte
CMC2	abr-15	ago-15	No disponible	Fuerte
GFDL	abr-15	jul-15	No disponible	Moderado
NASA	abr-15	jul/Ago-15	No disponible	Fuerte
GFDL_FLOR	abr-15	jul-15	No disponible	Fuerte
NCAR_CCSM4	abr-15	oct-15	No disponible	Fuerte
NMME(prom)	**abr-15**	**jul-15**	**No disponible**	**Fuerte**
ECMWF	abr-15	jul/ago-15	-	Fuerte
OBSERVADO	abr-15	-	-	-

Tabla 2. Pronósticos de evento El Niño en la costa según modelos climáticos con condiciones iniciales de julio de 2015.

5. Como se señaló en el comunicado anterior, El Niño en toda la cuenca del Pacífico podría seguir creciendo incluso hasta finales del 2015, debido a las actuales condiciones océano-atmósfera de gran escala y, además, a lo indicado por los pronósticos numéricos. Sin embargo, aún existe sustancial incertidumbre sobre su magnitud final. En el Pacífico Oriental no se puede descartar El Niño extraordinario, aunque en agosto se tendrá una evaluación más precisa.