



En el Marco del Proyecto 397-PNICP-PIAP-2014

INFORME MENSUAL: febrero de 2016

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA PERUANA: Sistema de Alerta para la Previsión



Foto: Desborde del río Huallaga (Alto Amazonas), Ene-2016

Elaboración: Ing. Lucio Vergara S. (ANA) lvergara@ana.gob.pe

Revisión: Dr. Jhan Carlo Espinoza (IGP) jhan-carlo.espinoza@igp.gob.pe

Lic. Melissa Medina B. (IGP) melissamb28@gmail.com

Febrero, 2016

Lima-Perú

CONTENIDO

- I. Introducción
- II. Objetivo
- III. Datos hidroclimáticos
- IV. Análisis de las condiciones iniciales
 - 4.1. Análisis de las condiciones globales del clima
 - a. Temperatura superficial del mar
 - b. Circulación atmosférica global
 - c. Flujos de humedad y su divergencia
 - 4.2. Análisis de la precipitación
 - a. Anomalías de precipitación últimos 30 días, TRMM
 - b. Evolución temporal de anomalías de precipitación
 - 4.3. Análisis de registro de niveles de ríos
- V. Análisis de las previsiones
 - 5.1. Análisis de la temperatura superficial del mar
 - a. Pronóstico de la región Niño 3.4
 - b. Pronóstico de la región NATL
 - 5.2. Análisis del pronóstico de las precipitaciones
- VI. Conclusiones
- VII. Referencias

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA PERUANA:

Sistema de Alerta para la Previsión

I. Introducción

El presente informe mensual del estudio “Eventos Hidrológicos Extremos en la Amazonía Peruana: Sistema de Alerta Cualitativo para la Previsión”, está elaborado en el marco del observatorio ORE-HYBAM y es posible gracias al convenio interinstitucional entre la Autoridad Nacional del Agua y el Instituto Geofísico del Perú. Asimismo, este documento constituye un producto del proyecto 397-PNICP-PIAP-2014. Esta cooperación interinstitucional tiene como objetivo la elaboración e implementación del estudio en mención, con la finalidad de contar con un sistema estacional que permita prever los impactos de los eventos hidrológicos extremos en la sociedad de la Amazonía peruana.

Durante los últimos años, estudios científicos han evidenciado la influencia de la temperatura superficial del mar anómalos de algunas regiones oceánicas circundantes en la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos en la Amazonía peruana, como es descrito en Espinoza et al. (2009, 2011, 2012a y 2013) y Yoon & Zeng (2010), así como en Lavado et al. (2012), entre otros.

En este informe mensual correspondiente al mes de febrero 2016, se presentan los resultados del análisis de las condiciones actuales hasta el último día del mes y la previsión de las variables hidroclimáticas para los próximos 03 meses.

II. Objetivo

Establecer el sistema de alerta cualitativo estacional que permita conocer, bajo un criterio técnico, las condiciones hidrológicas más probables de los principales ríos Amazónicos peruanos durante las estaciones críticas del año. Esto permitirá prever la posible ocurrencia de eventos hidrológicos extremos.

III. Conjunto de Datos

La base de datos de las variables hidroclimáticas, se viene actualizando diariamente, semanalmente y mensualmente con información proveniente de diferentes agencias internacionales de investigación del clima y disciplinas afines, así como de servicios nacionales y locales. Para más detalle revisar el primer informe mensual y complementario correspondiente al mes de setiembre de 2013.

IV. Análisis de Condiciones Iniciales

4.1. Condiciones Globales y Regionales del Clima

En esta sección presentamos el análisis de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) del Pacífico ecuatorial y Atlántico tropical, de la circulación atmosférica regional con dominio de América del Sur (50°N a 60°S, 0° a 150°W), asimismo, el análisis de los flujos de humedad y su divergencia en la región (20°N a 30°S, 20°W a 100°W). Las informaciones provienen de la Administración Nacional Oceánica Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA por sus siglas en inglés). Las anomalías de TSM son reportados en grados Celsius (°C) y las anomalías de vectores de viento son reportados en magnitudes de m/s, ambos en formato gráfico.

a) Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Durante el mes de febrero 2016 el Pacífico ecuatorial Central, la región Niño 3.4, mostró anomalías positivas de TSM de 2.4°C en promedio (Tabla 1), con un ligero descenso respecto al mes anterior (región con dominio de color naranja en Fig. 1). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías positivas de TSM de 0.7°C en promedio (Tabla 1 y dominio de color amarillo claro en Fig. 1), y un descenso de 0.7°C respecto al mes de enero. En general, el Pacífico ecuatorial continúa presentando condiciones cálidas de magnitud moderada a muy fuerte, tal como ha sido reportado por el ENFEN en su Comunicado Oficial N°05-2016 (marzo).

En la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se observaron condiciones ligeramente cálidas con anomalías positivas de 0.3°C de TSM en promedio (dominio de color blanco, ver Fig. 1 y Tabla 1), con un ligero ascenso respecto al mes de enero. Por otro lado, condiciones cálidas débiles con anomalías positivas de TSM de 0.5°C en promedio se presentaron en la región Atlántico tropical Sur (SATL) (Fig. 1 y Tabla 1), con un ligero descenso respecto al mes anterior.

En resumen, la TSM de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones cálidas moderadas a muy fuertes y las regiones del Atlántico tropical muestran condiciones cálidas débiles durante el mes de febrero de 2016 (Fig. 1).

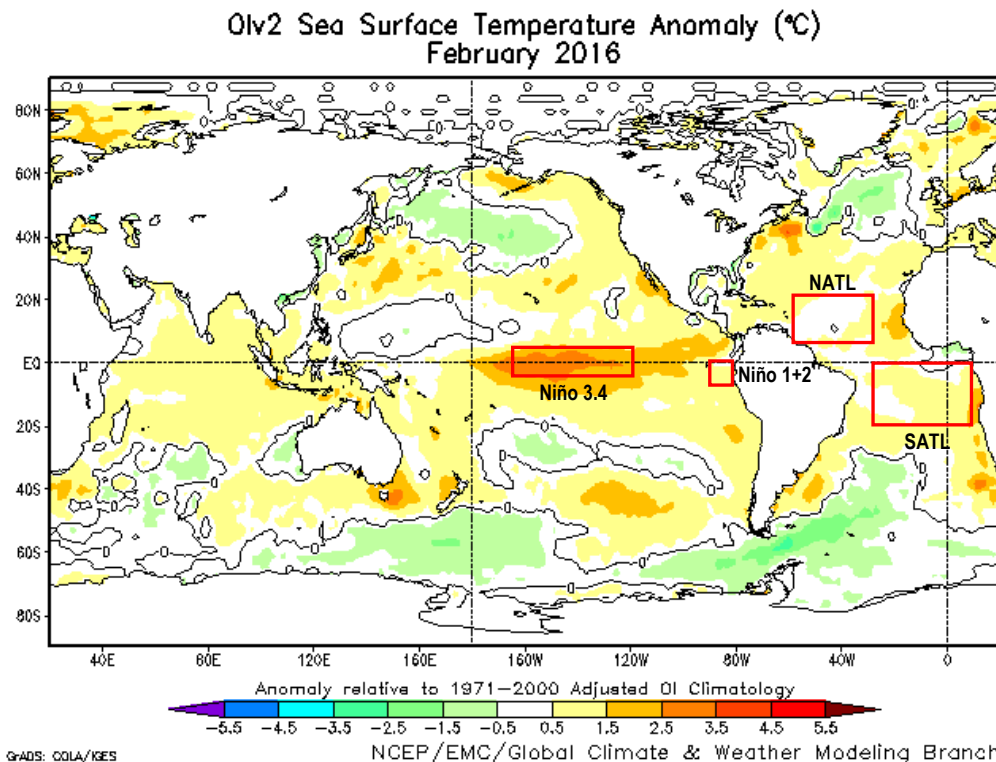


Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de febrero de 2016. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

FEBRERO 2016								
MES	TSM PACÍFICO				TSM ATLÁNTICO			
	NINO 1+2		NINO 3.4		N. ATL		S. ATL	
	0-10S		5N-5S		5N-20N		0-20S	
	90W-80W		170W-120W		60W-30W		30W-10E	
FEB 15	-0.6	25.6	0.6	27.3	0.3	25.8	0.1	26.7
MAR 15	0.1	26.7	0.6	27.8	-0.2	25.4	0.0	27.2
ABR 15	1.4	27.0	0.8	28.6	-0.3	25.6	0.2	27.3
MAY 15	2.4	26.7	1.0	28.9	-0.4	26.0	0.5	26.6
JUN 15	2.5	25.4	1.3	29.0	-0.4	26.4	0.0	24.9
JUL 15	2.9	24.5	1.6	28.8	-0.3	26.9	-0.2	23.6
AGO 15	2.2	22.9	2.1	28.9	0.0	27.8	-0.4	22.7
SET 15	2.6	22.9	2.3	29.0	0.5	28.6	-0.3	22.8
OCT 15	2.5	23.3	2.5	29.2	0.7	28.8	-0.1	23.3
NOV 15	2.2	23.8	3.0	29.6	0.3	27.9	0.1	24.1
DIC 15	2.2	25.0	2.8	29.4	0.1	26.9	0.4	25.2
ENE 16	1.4	25.9	2.6	29.2	0.2	26.2	0.6	26.3
FEB 16	0.7	26.8	2.4	29.1	0.3	25.9	0.5	27.1

Tabla 1. Temperatura superficial del mar (Anomalías 1ra. columna y °C 2da. columna) para los últimos 12 meses. Las anomalías son variaciones respecto a la climatología de 1981-2010 (Smith & Reynolds, 1998), de regiones oceánicas relevantes para la previsión de eventos extremos en la Amazonía peruana.

b) Anomalías de la Circulación Atmosférica

En el continente sudamericano, se observó una débil incursión de vientos provenientes del Atlántico tropical Norte en el extremo norte del continente. Al sureste de la cuenca Amazónica se intensificó el ingreso de los vientos del Atlántico tropical Sur, ello produjo un mayor flujo de humedad desde esta región oceánica hacia el oeste de la cuenca Amazónica. Asimismo, estos vientos fueron direccionados hacia la cuenca del río de La Plata (intensificación del Low-Level Jet; ej. Espinoza et al., 2012b).

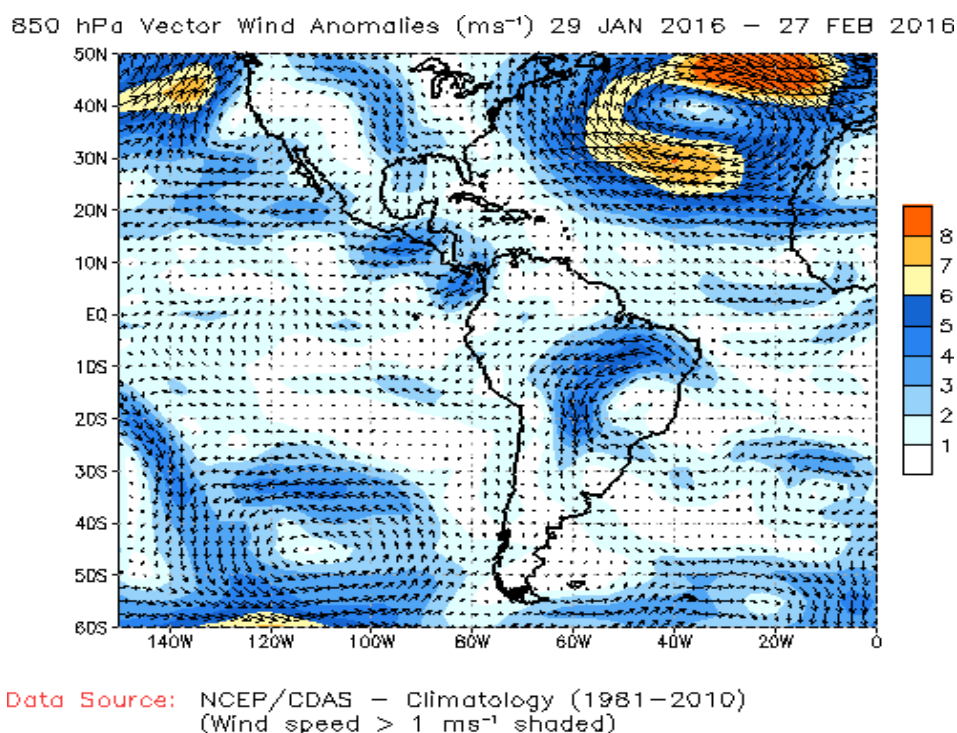


Fig. 2: Anomalía de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 29 de enero 2016 al 27 de febrero de 2016). Las anomalías fueron calculadas utilizando el periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

c) Anomalías de Transporte de Humedad y su Divergencia

Los flujos de humedad y su divergencia fueron elaborados con datos de reanálisis NCEP/NCAR de la NOAA, con una resolución espacial de $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ y resolución temporal diaria. El periodo de análisis es del año 1970 al presente (45 años), sobre la región entre 20°N - 30°S y 100°W - 20°W .

El flujo de humedad integrado verticalmente, F_w , en un punto de cuadrícula está dado por la siguiente ecuación:

$$F_w = \frac{1}{g} \int_{1000}^{300} q \cdot V \cdot dp$$

donde g es la aceleración de la gravedad, q es la humedad específica, V es el vector de viento horizontal, y p es la presión. Los flujos son integrados desde la superficie hasta 300 hPa, para más detalle revisar Satyamurty *et al.* (1998).

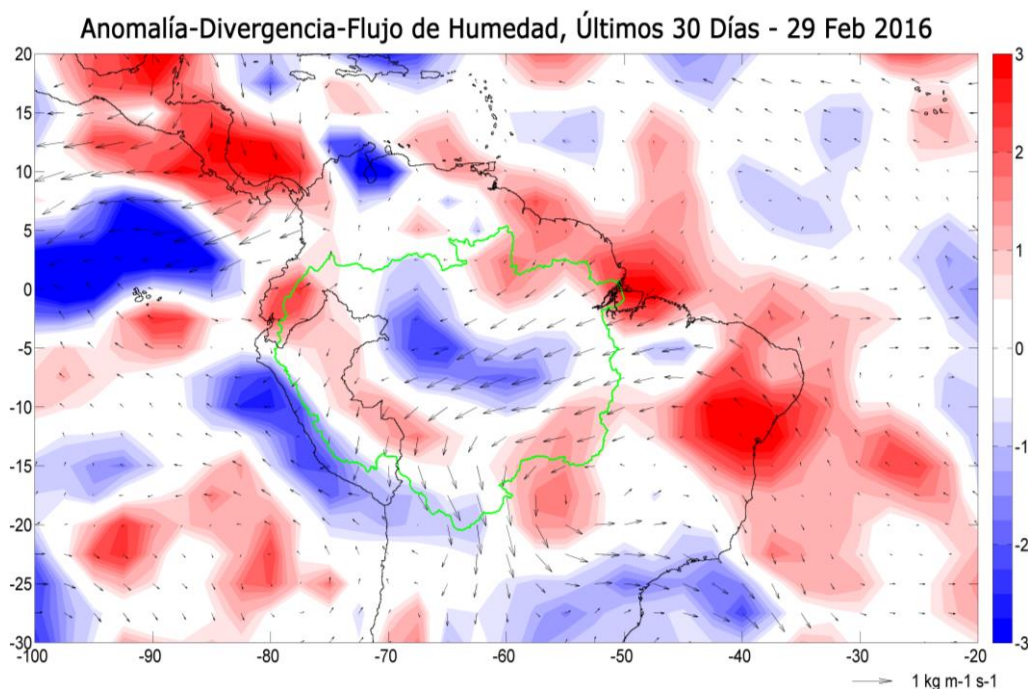


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 29 de febrero 2016. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1970 a 2015. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

La Figura 3 confirma una fuerte intensificación de los vientos de bajo nivel desde el Atlántico tropical Sur, los cuales transportan la humedad desde dicha región oceánica hacia el continente sudamericano. En consecuencia, durante el mes de febrero, en la parte central y extremo oeste de la cuenca Amazónica se producen convergencia de flujos de humedad (ver Fig. 3).

4.2. Análisis de Precipitaciones

Esta sección presenta el análisis de las anomalías de precipitación del producto de Radar Tropical Rainfall Measuring Mission a tiempo real (TRMM-3B42RT), para más detalle revisar Huffman et al. (2010). Los datos de TRMM-RT son reportados a paso de tiempo diarios a nivel global, pero procesados para la región de interés (7°N a 22°S; 82°W a 48°W) haciendo uso del programa Matlab®, mostrando anomalías de precipitación en mm/día.

a) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

Durante el periodo de 01 hasta 29 de febrero 2016, según datos de TRMM-TR, la magnitud de las precipitaciones fueron inferiores a lo normal en el este y norte de la cuenca amazónica (Amazonía brasileña), donde se observaron anomalías de hasta -8 mm/día en promedio (cuencas de los ríos Negro, Branco, Trombetas, Tapajós y Xingu; ver Fig. 4). No obstante, las precipitaciones fueron superiores al promedio climatológico en gran parte de la región noreste de la Amazonía peruana (cuencas media del río Napo, Tigre, Pastaza, cuenca baja del río Ucayali, y alrededor de la ciudad de Iquitos). Estas anomalías alcanzaron un promedio de 8 mm/día (ver Fig. 4).

Las condiciones de precipitación mostradas por la fuente de datos del TRMM-RT en la cuenca Amazónica podrían atribuirse a las fuertes incursiones de flujo de humedad desde el Atlántico tropical Sur (Fig. 2), lo cual genera convergencia de flujos de vapor de agua sobre la zona central y oeste de la cuenca Amazónica (ver Fig. 3) y lluvias en la Amazonía boliviana (Figura 4).

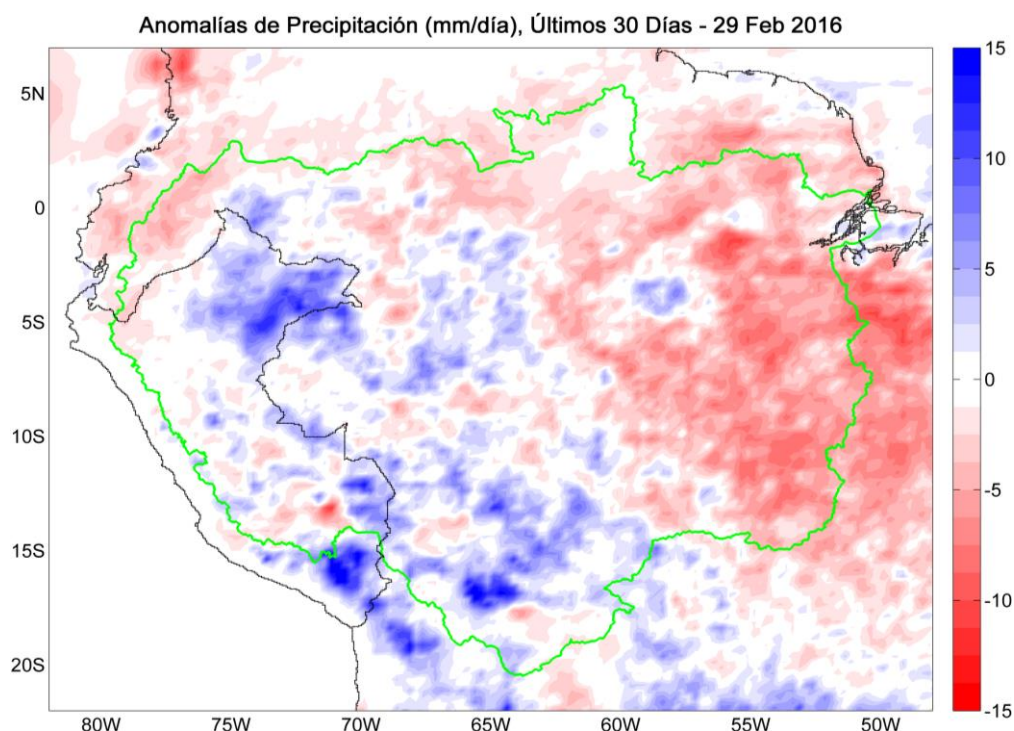


Fig. 4: Anomalías de precipitación estimadas por el TRMM-RT en mm/día hasta 29 de febrero de 2016. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2000-2015. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde. Las anomalías de precipitación del TRMM-RT actualizadas a tiempo real puede verse en: <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>

b) Evolución Temporal de Anomalías de Precipitación para las Cuencas Amazónicas Peruanas

La evolución temporal de anomalías de precipitación para las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana fue calculada utilizando las estimaciones del producto TRMM-RT. El periodo para la obtención del armónico de la precipitación es del 2000 al 2015 para cada cuenca (Tamshiyacu en el río Amazonas, San Regis en el Marañón y Requena en el Ucayali. Ver ubicación de las estaciones y cuencas de drenaje en la Fig. 5). Los armónicos consisten en representar las fluctuaciones o variaciones en una serie de datos como la suma de una serie de funciones de senos y cosenos.

Utilizando el análisis de armónicos de la precipitación, se calculó la anomalía de precipitación diaria suavizadas mediante una media móvil de 15 días y la anomalía de precipitación acumulada desde el inicio del año hidrológico (01/09).

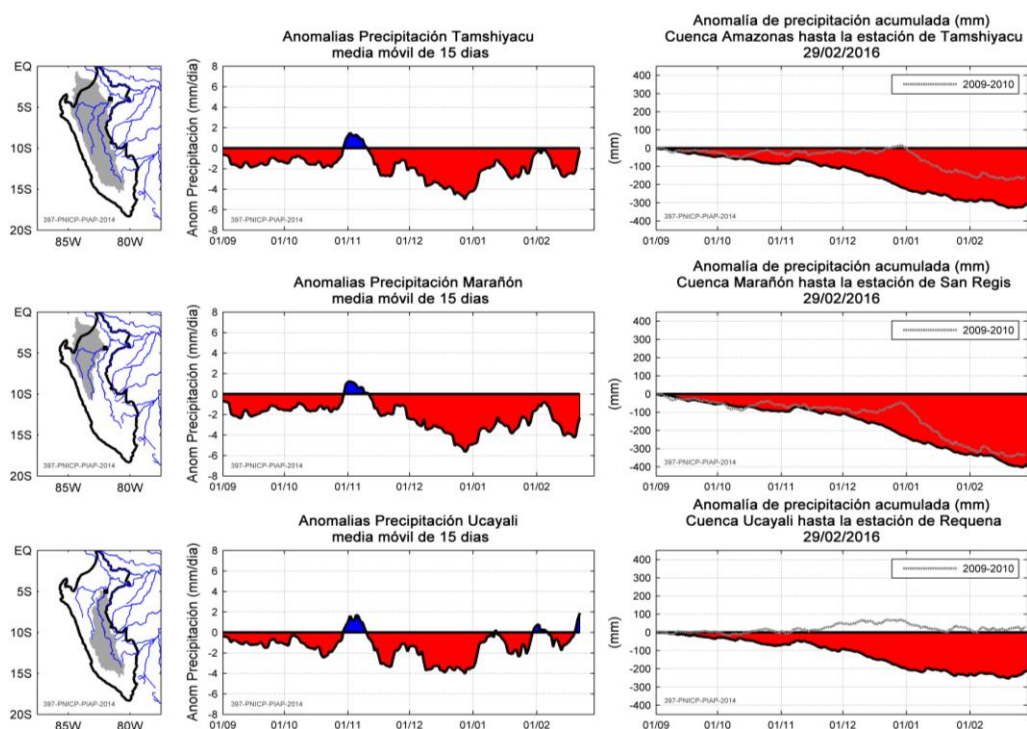


Fig. 5: Evolución temporal de anomalías de precipitación integradas en las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana: el río Amazonas hasta la estación Tamshiyacu (arriba), el río Marañón hasta la estación San Regis (medio) y el río Ucayali hasta la estación Requena (abajo). En la columna de la izquierda se observa la ubicación de las cuencas hidrográficas. En la columna del medio se muestran anomalías de precipitación. En la columna de la derecha se muestran anomalías acumuladas hasta la fecha indicada. En color azul se indican anomalías positivas de precipitación (valores por encima del promedio climatológico), en color rojo anomalías negativas de precipitación (valores por debajo del promedio climatológico). Las anomalías son calculadas considerando un periodo base de 2000 al 2015. La línea de color gris muestra la precipitación acumulada correspondiente a cada cuenca hidrográfica para el año 2009-2010. Para ver esta figura actualizada a tiempo real ir a: <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>

Las series temporales de precipitación promedio en las dos principales cuencas de la Amazonía peruana (Amazonas y Marañón) presentan condiciones más secas de lo normal desde mediados de noviembre (ver Fig. 5), con un déficit de precipitación más intenso en la cuenca del río Marañón). Sin embargo, la cuenca del río Ucayali presenta condiciones húmedas desde la última semana de febrero. En la cuenca Amazónica hasta Tamshiyacu la anomalía de precipitación acumulada para el presente año hidrológico es deficitaria (-320 mm) e incluso superó el nivel

de anomalía negativa ocurrida en el verano del año 2010 (línea de color gris en Fig. 5 derecha). Cabe recordar que durante el verano de 2010 se inició un periodo de déficit hídrico, asociado al fenómeno de El Niño, que culminó con la mayor sequía reportada en la Amazonía durante septiembre 2010. En la cuenca del río Marañón, se observa un importante déficit de precipitación acumulada para el presente año hidrológico, que alcanza los -400 mm (Fig. 2, derecha) y es comparable con lo ocurrido en el verano de 2010. En el sur de la Amazonía peruana, en la cuenca del río Ucayali, la precipitación acumulada también es deficitaria pero en menor grado (-200 mm). Las anomalías de precipitación acumulada en las tres regiones registran inicio de tendencias positivas, a partir de la tercera semana de febrero.

4.3. Análisis de Niveles Históricos de los Ríos

El SEHINAV (Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía) de la Dirección de Hidrografía y Navegación, reporta a tiempo real los histogramas de niveles de los ríos de la amazonía peruana a paso de tiempo diario en alturas geoidales y arbitrarias, dichos productos se pueden encontrar en el siguiente enlace: <https://www.dhn.mil.pe/shna/index2.asp>.

En términos de niveles de los ríos, estos permanecieron por encima de lo normal hasta la tercera semana de enero. A partir de esta fecha los niveles de los ríos Marañón y Amazonas mostraron un marcado descenso, es así que a fines de enero todas las estaciones hidrométricas registraron anomalías negativas mínimas (ver Fig. 6). Esto ocurrió debido al déficit de precipitaciones en el mes de diciembre y enero en gran parte de la Amazonía peruana. Sin embargo, a fines de febrero, se observan que, todos los principales ríos de la Amazonía peruana registran anomalías positivas de niveles de agua, a excepción de la estación de Pucallpa en el río Ucayali, donde se registran niveles de agua muy cercana a la media climatológica. Se debe resaltar que en la estación de Requena (río Ucayali) se registran anomalías positivas por encima de los históricos. Este importante incremento de los niveles de los ríos respondería a las fuertes precipitaciones observadas en la región Andino-Amazónica durante las últimas semanas (ver Figura 4) y al ingreso de humedad atmosférica desde el Océano Atlántico tropical sur (Figura 3).

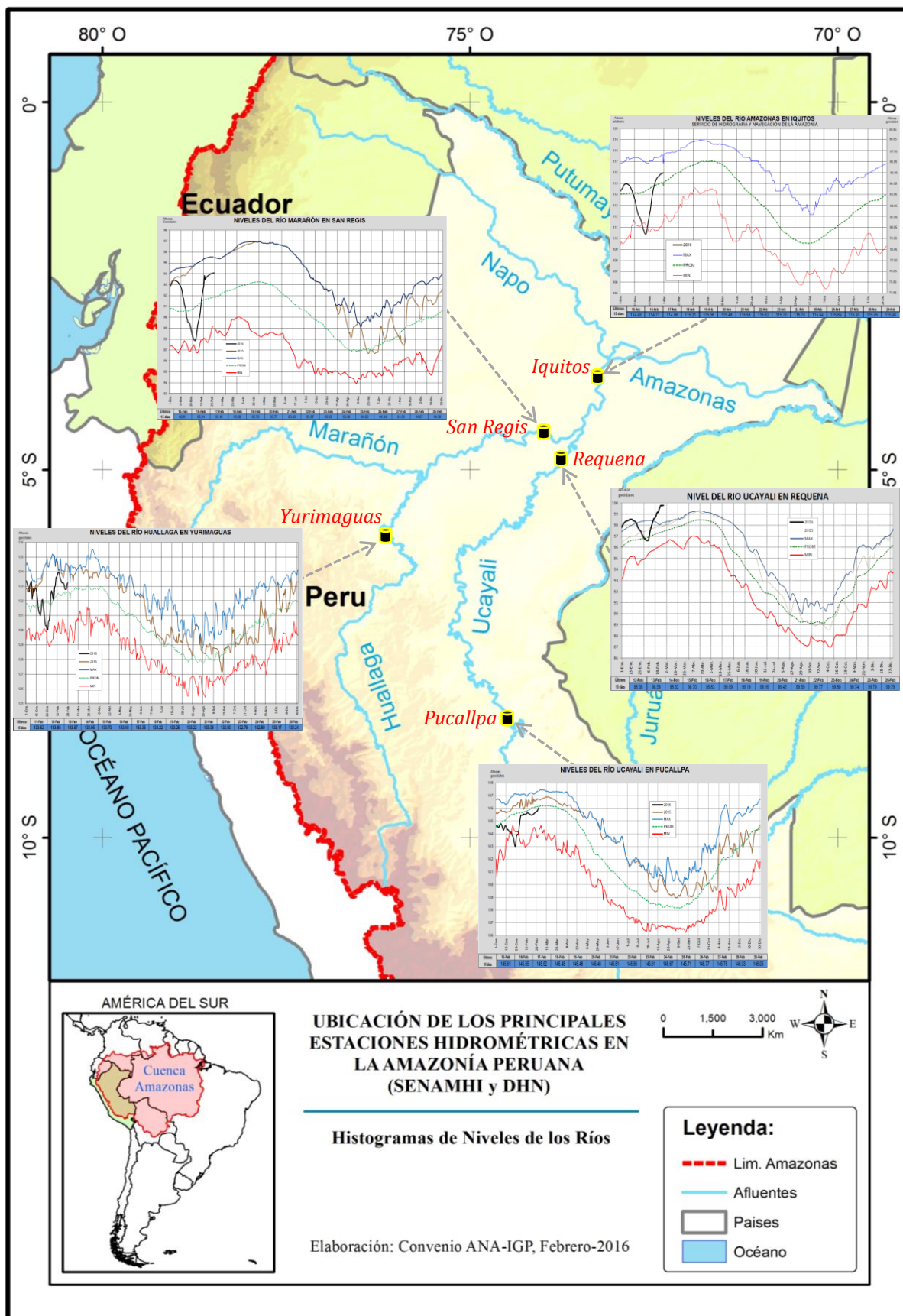


Fig. 6: Histograma de niveles de ríos diarios de los principales río de la Amazonía peruana.

Fuente: DHN (<https://www.dhn.mil.pe/>).

V. Análisis de las Previsiones

En este capítulo se analizan los pronósticos de las anomalías de temperatura superficial del mar en las regiones más relevantes (Niño 3.4, Niño 1+2, NATL y SATL). Además, se analizan las anomalías de precipitación para los próximos 03 meses, que corresponden a la temporada de lluvias en la región de la Amazonía peruana. Los reportes provienen de las agencias internacionales y nacionales de pronóstico del clima (IRI, NOAA, CPTEC e IGP).

5.1. Análisis de la Temperatura Superficial del Mar

Esta sección contiene los pronósticos de anomalía de temperatura superficial del mar a nivel global desarrollados por el International Research Institute for Climate and Society (IRI) y el US National Multi-Model Ensemble (NMME). Los gráficos de pronósticos del Pacífico ecuatorial y el Atlántico tropical fueron elaborados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el marco del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN).

Según el reporte del IRI, los pronósticos de anomalías de TSM, para el trimestre Marzo-Mayo (MAM) de 2016, proyectan condiciones cálidas de magnitud muy fuerte para la región Niño 3.4 (dominio de color naranja oscuro en Fig. 7) y condiciones cálidas moderadas para la región Niño 1+2 (dominio de color amarillo en Fig. 7). Del mismo modo, el Comunicado Oficial ENFEN N° 05-2016 (marzo) señala que, continúa la fase cálida de El Niño-Oscilación del Sur. En la región de El Niño 3.4, la TSM continúa presentando anomalías cálidas muy fuertes, incluso superiores a las observadas en 1998 y 1983, aunque con una tendencia a disminuir. En El Niño 1+2, la TSM mensual aumentó de 26°C a 27°C, mientras que su anomalía decreció (condiciones cálidas moderadas).

Para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se prevén condiciones cálidas débiles (dominio de color amarillo claro, ver Fig. 7) para el trimestre marzo-mayo (MAM). Para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) pronostican condiciones cálidas débiles a moderadas con anomalías positivas de TSM que superaran el rango neutral (región con predominancia de color amarillo, ver Fig. 7). En la región subtropical del Atlántico Sur se observarían condiciones ligeramente cálidas

(región con anomalías positivas de TSM superiores a 0.5°C , en forma extendida, ver Fig. 7).

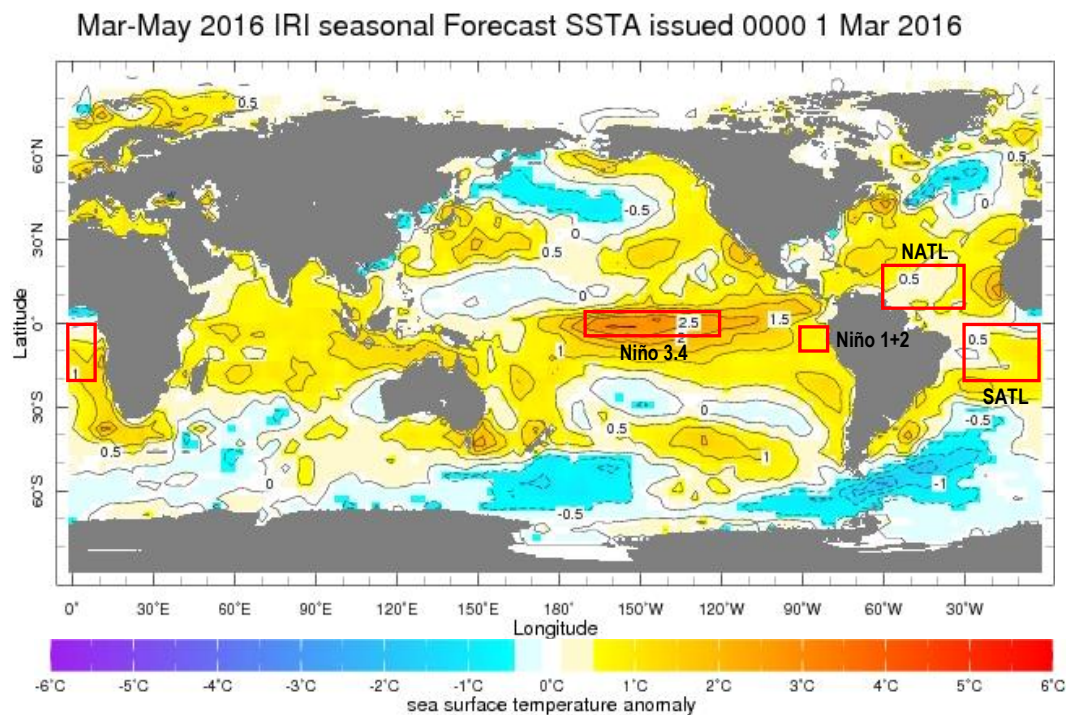


Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) a nivel global, para el trimestre marzo-mayo (MAM) 2016. Rectángulos rojos indican regiones de análisis. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

a) Pronóstico de la Región El Niño 3.4

Con respecto a los reportes de NMME (North American Multi-Model Ensemble), las proyecciones de las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) para los próximos 03 meses (MAM), presentarían condiciones cálidas moderadas a fuertes de acuerdo al ensamble de los modelos (anomalía de TSM sobre el promedio climatológico con 1.5°C en promedio, ver Fig. 8). El mes de marzo 2016 alcanzaría un valor de 1.8°C , para luego retomar proyecciones de tendencia negativa los siguientes meses del año 2016 (ver Figura 8).

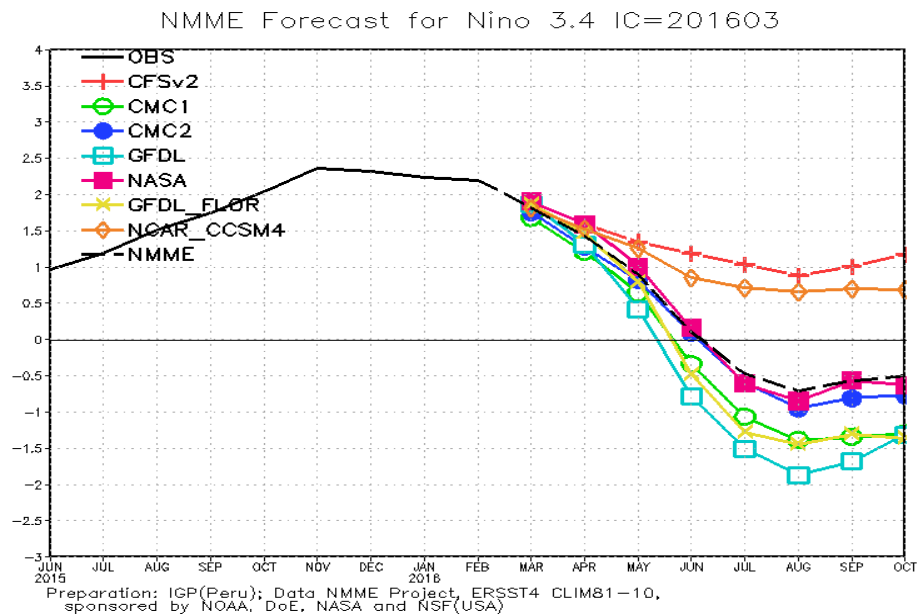


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de febrero 2016. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

b) Pronóstico de la región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP elaborados con datos del NMME, los modelos de pronósticos de fines de febrero 2016 pronostican que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL) para el próximo trimestre marzo-mayo (MAM) mostrarían ligeras condiciones cálidas (anomalías de TSM por encima del promedio climatológico con 0.4°C en promedio, ver Fig. 9), sin embargo en el rango neutral.

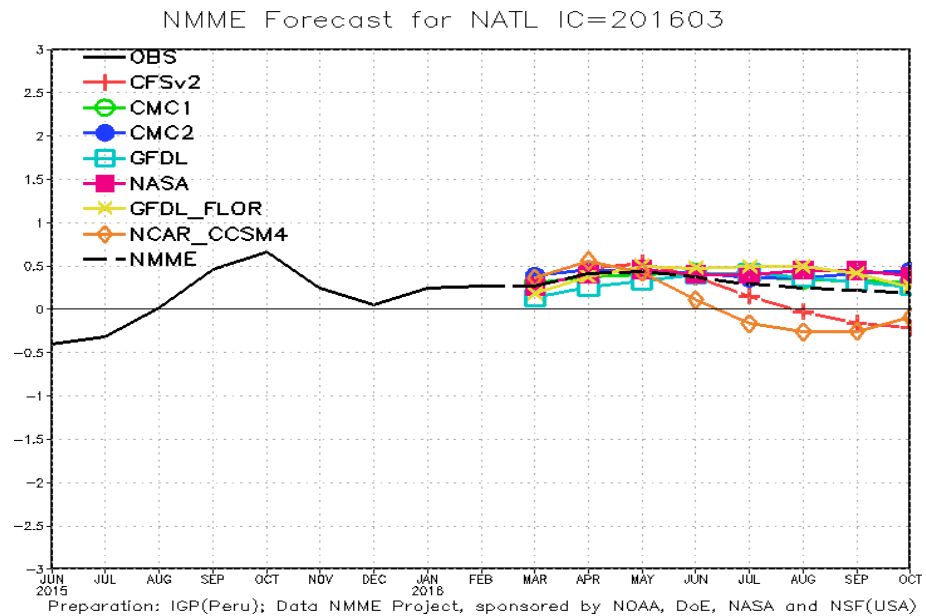


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de febrero 2016. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

En el reporte del CPTEC, los pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses marzo-mayo (MAM) 2016 con datos observados de fines de febrero, mostrarían dominio de anomalías negativas de precipitación en la región noreste (cercano a la desembocadura y sur de Venezuela), asimismo, parte de la Amazonía colombiana y parte norte de la Amazonía peruana), con valores de hasta -4 mm/día en promedio (Fig. 10). Por otro lado, la región central y sur de la cuenca Amazónica mostraría ligeras anomalías positivas de precipitación. (Fig. 10).

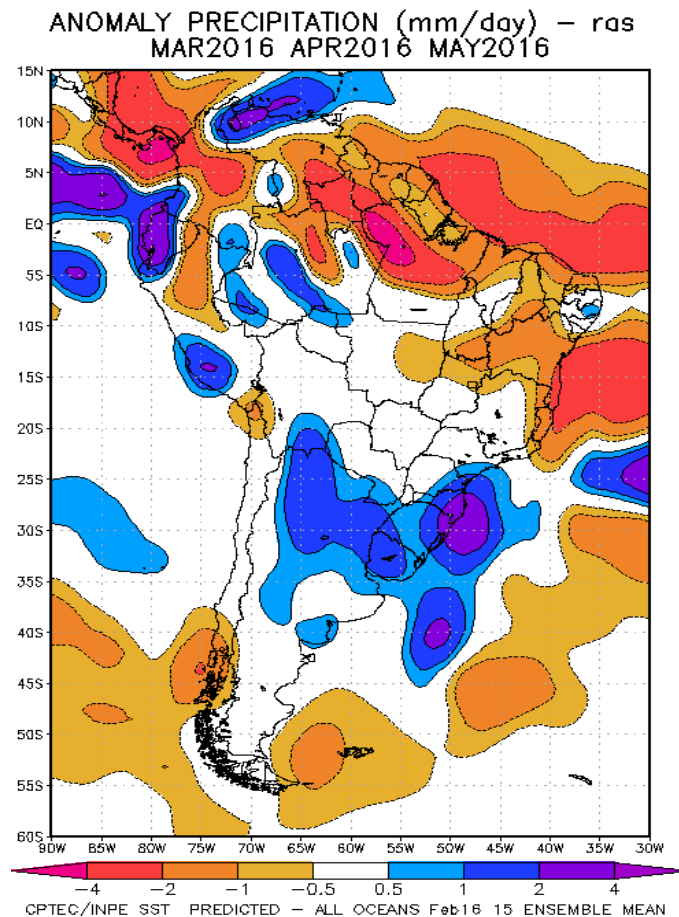


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para el trimestre MAM del 2016 en América del Sur, con datos observados del mes de febrero. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

Durante el mes de febrero 2016, la TSM en el Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 mostró condiciones cálidas muy fuertes (anomalías positivas de TSM de 2.4°C), con un ligero descenso respecto al mes anterior. La región Niño 1+2 presentó condiciones cálidas de magnitud débil (anomalías positivas de TSM de 0.7°C), como indica el ENFEN en su Comunicado Oficial N°05-2016 (marzo). El Atlántico tropical Norte (NATL) mostró ligeras anomalías positivas, del mismo modo, el Atlántico tropical Sur (SATL) presenta anomalías positivas (anomalías de TSM de 0.3°C para el NATL y 0.5°C para SATL).

Para el periodo de análisis (febrero) se observó convergencias de flujo de humedad en la parte central y oeste de la cuenca Amazónica. Estas condiciones transportan la humedad desde el Atlántico tropical Sur hacia el oeste de la cuenca Amazónica.

Hasta fines del mes de febrero 2016, según lo mostrado por la fuente de datos del TRMM-RT, se presentaron anomalías positivas de precipitación en gran parte de la región noreste de la Amazonía peruana (cuencas del río Napo, Tigre, Pastaza, cuenca baja del río Ucayali, y alrededor de la ciudad de Iquitos). Estas anomalías alcanzaron un promedio de 8 mm/día. Por otro lado, se observaron anomalías negativas de hasta -8 mm/día en promedio en gran parte de la región este de la cuenca Amazónica (cuencas de los ríos Negro, Branco, Trombetas, Tapajós y Xingu).

A partir de tercera semana de enero los niveles de los ríos Marañón y Amazonas mostraron un marcado descenso, es así que a fines de enero todas las estaciones hidrométricas registraron anomalías negativas mínimas. Sin embargo, a fines de febrero, se observan que, todos los principales ríos de la Amazonía peruana registran anomalías positivas, excepto la estación de Pucallpa (río Ucayali) se registraron niveles de agua muy cercana a la media climatológica. Resaltando que en la estación de Requena (río Ucayali) se registran anomalías positivas por encima de los históricos.

Respecto a las condiciones oceánicas para el próximo trimestre (MAM), el ENFEN en su Comunicado Oficial ENFEN N° 05-2016 (marzo) señala que, los modelos globales para el Pacífico oriental (región Niño 1+2) indican en su mayoría condiciones cálidas moderadas para el mes de marzo, seguidas por una declinación que en los próximos tres meses llegaría a condiciones normales. Para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), los modelos globales pronostican la declinación del evento El Niño en los próximos tres meses, aunque continuaría con magnitud fuerte al menos hasta marzo.

La base de datos de las variables hidroclimáticas se sigue actualizando continuamente, compilando informaciones provenientes de diferentes agencias internacionales de investigación del clima e instituciones locales (NOAA, IRI, CPTEC, SENAMHI, etc.). Desde el mes de febrero 2015 las variables de precipitación se encuentran a tiempo real en la página web <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>.

VII. Referencias

Espinoza J. C., Guyot J-L, Ronchail J, Cochonneau G, Filizola N, Fraizy P, de Oliveira E, Ordoñez J J and Vauchel P (2009). Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974–2004) J. Hydrol. 375 297–311

- Espinoza J. C., Ronchail J., Guyot J. L., Junquas C., Vauchel P., Lavado W., Drapeau G. y Pombosa R. (2011). "Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought". *Geophys. Res. Lett.* 38 L13406.
- Espinoza J. C., Ronchail J., Frappart F., Lavado W., Santini W., y Guyot J. L. (2012a). The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970–2012 Period: A Focus on the 2012 Flood. *Journal of Hydrometeorology*.
- Espinoza J. C., Lengaigne M. Ronchail J., Janicot S. (2012b). Large-Scale circulation Patterns and related rainfall in the Amazon basin: a Neuronal Networks approach. *Climate Dynamics*. 38. 121-140. DOI. 10.1007/s00382-011-1010-8
- Espinoza, J. C., Ronchail, J., Frappart, F., Lavado, W., Santini, W., and Guyot, J. L. (2013). The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970–2012 Period: A Focus on the 2012 Flood, *J. Hydrometeorol*, 14, 1000–1008.
- Janowiak, J. E., and P. Xie. (1999). CAMS-OPI: A global satellite-rain gauge merged product for real-time precipitation monitoring applications. *Journal of Climate* 12:3335-3342.
- Huffman G.J., R.F. Adler, D.T. Bolvin, E.J. Nelkin, (2010) "The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA)". Chapter 1 in *Satellite Applications for Surface Hydrology*, F. Hossain and M. Gebremichael, Eds. Springer Verlag, ISBN: 978-90-481-2914-0, 3-22.
- Lavado W., Labat D., Ronchail J., Espinoza J.C., Guyot J.L. (2013). Trends in rainfall and temperature in the Peruvian Amazon-Andes basin over the last 40 years (1965-2007). *Hydrological Processes*. 41, 2944-2957. doi: 10.1002/hyp.9418
- Lavado W. & Espinoza J.C. (2014). "Impactos de El Niño y La Niña en las Lluvias del Perú (1965-2007)", *Revista Brasileira de Meteorología*, v.29, n.2, 171-182.
- Lavado C W S, Ronchail J, Labat D, Espinoza J C and Guyot J L (2012). "Basin-scale analysis of rainfall and runoff in Peru (1969–2004): Pacific, Titicaca and Amazonas watersheds" *Hydrol. Sci. J.* at press (doi:10.1080/02626667.2012.672985).
- Satyamurty P., Nobre C. A., Silva Dias P.L. (1998). "Tropics - South America". In: Karoly DJ, Vincent DG (Org.) *Meteorology and hydrology of the Southern Hemisphere*. Boston: Meteorology Monograph. 49:119–139.
- Yoon J. H. y Zeng H. (2010). "An Atlantic influence on Amazon rainfall". *Clim. Dyn.* 34 249–64.