



## **INFORME MENSUAL: 31 de marzo de 2014**

# **ESTUDIO DE LOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA PERUANA: Sistema de Alerta Cualitativo para la Previsión**



Foto: Madre de Dios, Abril 2014

Elaboración: Ing. Lucio Vergara S. (ANA) [versat.irh@gmail.com](mailto:versat.irh@gmail.com)

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

Marzo, 2014

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 mensual, IRI
    - b. Anomalías de precipitación últimos 30 días, TRMM
- V. Análisis de las previsiones
  - 5.1. Análisis de la temperatura superficial del mar
    - a. Pronóstico de la SST a nivel global
    - b. Pronóstico de la Región El Niño 3.4
  - 5.2. Análisis del pronóstico de las precipitaciones
- VI. Conclusiones
- VII. Referencias

# **EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA PERUANA:**

## **Sistema de Alerta Cualitativo para la Previsión**

### **I. Introducción**

El presente séptimo informe de “Eventos Hidrológicos Extremos en la Amazonía Peruana: Sistema de Alerta Cualitativo para la Previsión”, es elaborado en el marco del convenio interinstitucional entre la Autoridad Nacional del Agua y el Instituto Geofísico del Perú, cuyo objetivo es 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 (SST) anómalos de algunas regiones oceánicas circundantes en la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos en la amazónica peruana, como es descrito en Espinoza et al. (2009, 2011, 2012 y 2013) y Yoon & Zeng (2010), así como en Lavado et al. (2012), entre otros.

En este séptimo informe mensual correspondiente al mes de marzo 2014, 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 los periodos críticos a lo largo del año. Esto permitirá prever la posible ocurrencia de eventos hidrológicos extremos.

### **III. Conjunto de Datos**

La base de datos de las variables climáticas e hidrológicas, se viene actualizando diariamente 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.

## **IV. Análisis de Condiciones Iniciales**

### **4.1. Condiciones Globales y Regionales del Clima**

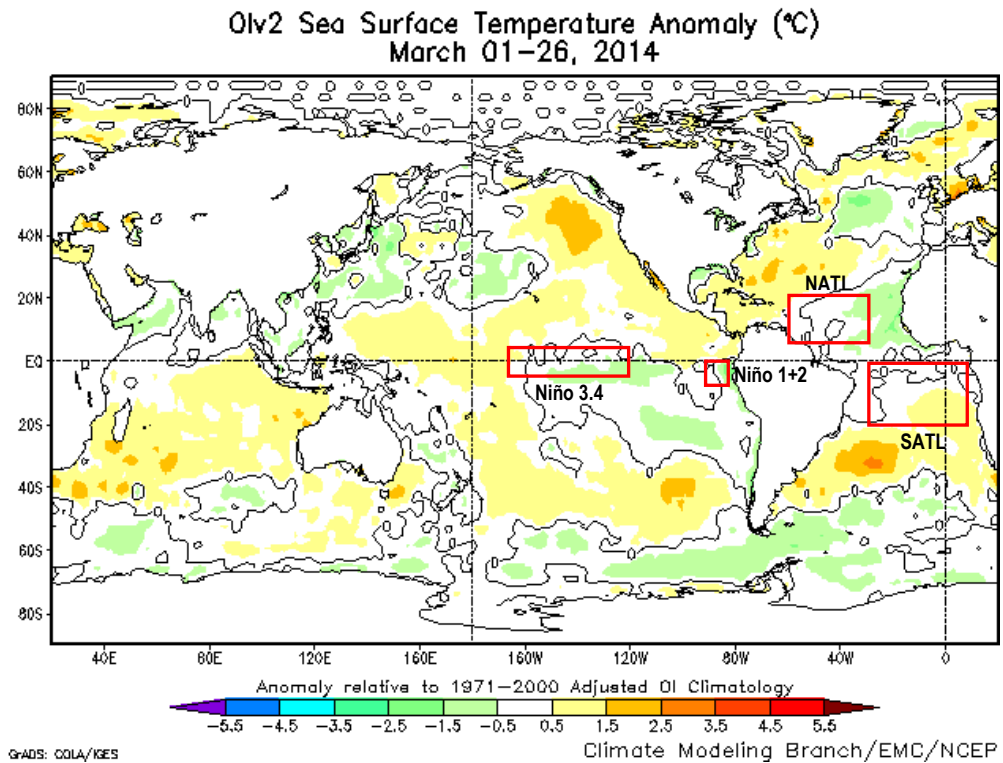
En esta sección presentamos el análisis de las anomalías de temperatura superficial del mar (SST) a nivel global, el análisis de la circulación atmosférica regional con dominio de América del Sur (50°N a 60°S, 0° a 150°W), asimismo el análisis de los flujos de humedad y su divergencia en la región (20°N 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 SST son reportados en grados Celsius (°C) y las anomalías de viento son reportados en vectores con magnitudes en m/s.

#### **a) Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (SST)**

Durante el mes de marzo el Pacífico ecuatorial central, en la región El Niño 3.4 se presentó anomalías negativas de SST de -0.22 en promedio (Tabla 1), con un ligero aumento respecto al mes anterior (color verde en Fig. 1). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías negativas de SST de -0.78 en promedio (color verde en Fig. 1 y Tabla 1), con una mínima disminución respecto al mes anterior. En general, el Pacífico ecuatorial presenta condiciones cercanas a las neutrales.

La región del Atlántico tropical Norte (NATL) presenta ligeras anomalías negativas de temperatura superficial del mar del orden de -0.32°C en promedio para el mes de marzo (color blanco en Fig. 1, Tabla 1), con una ligera disminución de 0.11°C con respecto al mes de febrero. Asimismo, la región Atlántico tropical Sur (SATL) no presenta anomalías considerables (anomalía positiva de 0.05 en promedio, ver Tabla 1), con una ligera disminución de 0.09 de anomalía de SST respecto al mes anterior.

En general, las temperaturas superficiales del mar (SST) de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones neutrales y Atlántico tropical no muestra anomalías considerables durante el mes de marzo de 2014. Sin embargo, anomalías cálidas de la SST en la región del atlántico sub-tropical sur son observadas desde diciembre de 2013 (Fig. 1).



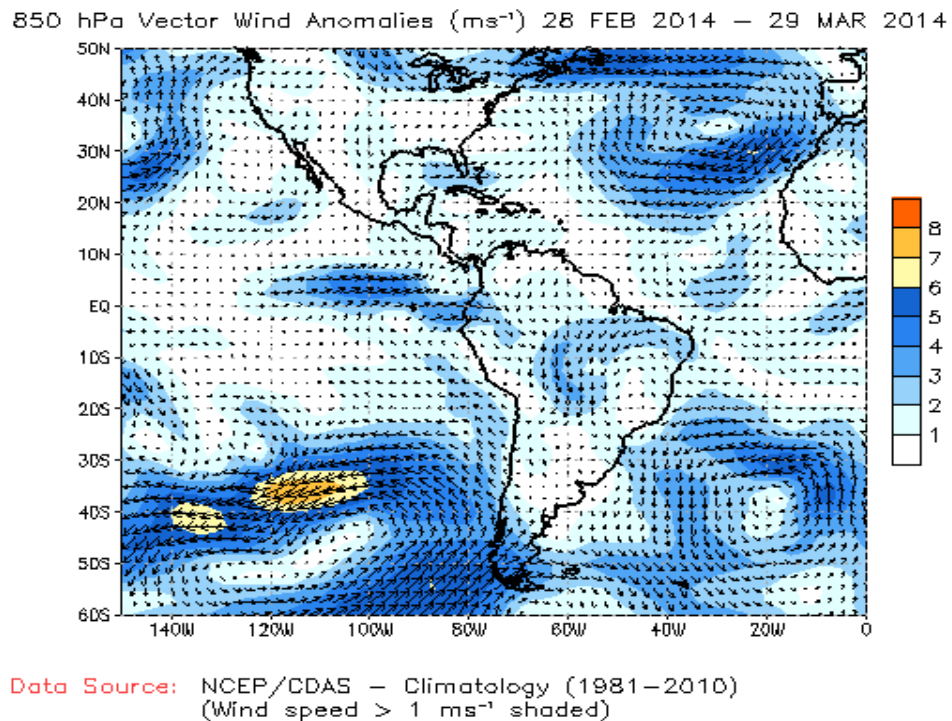
**Fig. 1:** Anomalías de la temperatura de la superficie del mar (SST) en °C del 01 al 26 de marzo de 2014. Las anomalías son calculadas utilizando como la climatología de periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

<b>MARCH 2014</b>								
<b>MONTH</b>	<b>PACIFIC SST</b>				<b>ATLANTIC SST</b>			
	<b>NINO 1+2</b>		<b>NINO 3.4</b>		<b>N. ATL</b>		<b>S. ATL</b>	
	<b>0-10S</b>	<b>90W-80W</b>	<b>5N-5S</b>	<b>170W-120W</b>	<b>5N-20N</b>	<b>60W-30W</b>	<b>0-20S</b>	<b>30W-10E</b>
<b>MAR 13</b>	0.1	26.7	-0.2	27.0	0.5	26.1	-0.1	27.0
<b>APR 13</b>	-0.9	24.7	-0.1	27.7	0.4	26.3	0.1	27.1
<b>MAY 13</b>	-1.4	22.9	-0.3	27.6	0.5	26.8	0.2	26.4
<b>JUN 13</b>	-1.4	21.5	-0.2	27.4	0.3	27.0	0.0	25.0
<b>JUL 13</b>	-1.3	20.3	-0.3	26.9	0.2	27.4	0.0	23.7
<b>AUG 13</b>	-1.0	19.7	-0.3	26.5	0.3	28.1	0.1	23.2
<b>SEP 13</b>	-0.6	19.8	-0.1	26.7	0.5	28.6	-0.2	22.8
<b>OCT 13</b>	-0.6	20.2	-0.3	26.4	0.4	28.5	-0.2	23.2
<b>NOV 13</b>	-0.5	21.1	0.0	26.7	0.1	27.7	-0.3	23.6
<b>DEC 13</b>	-0.2	22.6	0.0	26.5	0.0	26.9	-0.1	24.6
<b>JAN 14</b>	0.3	24.8	-0.5	26.1	-0.1	25.9	-0.1	25.5
<b>FEB 14</b>	-0.8	25.4	-0.6	26.2	-0.2	25.4	0.1	26.7
<b>MAR 14</b>	<b>-0.8</b>	<b>25.9</b>	<b>-0.2</b>	<b>27.0</b>	<b>-0.3</b>	<b>25.3</b>	<b>0.1</b>	<b>27.2</b>

**Tabla 1.** Temperatura superficial del mar (Anomalías 1ra. columna y °C 2da. columna) para los 12 meses más recientes. 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 Amazonia.

## b) Anomalías de la Circulación Atmosférica

En el Pacífico ecuatorial Este sobre los niveles bajos de la tropósfera dominaron anomalías de vientos del Oeste, resultado de un debilitamiento de los vientos Alisios en esta región del Pacífico (Fig. 2). Asimismo, en la región del Atlántico tropical se observa debilitamiento de los vientos Alisios, marcada con mayor intensidad en la zona ecuatorial Este. Sin embargo, se observan ligeros vientos sobre su promedio climatológico provenientes del Atlántico tropical norte y el Mar del Caribe hacia la cuenca Amazónica (Fig. 2).



**Fig. 2:** Vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 28 de febrero al 29 de marzo de 2014). Las anomalías son calculadas utilizando como periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

En la región continental de América del Sur ( $10^{\circ}$  S), se observan ingreso de anomalías de vientos del este provenientes del Atlántico tropical sur hacia la parte sur de la cuenca Amazónica (Fig. 2). Estos vientos cargados de humedad se intensifican principalmente al sur de la cuenca Amazónica durante el mes de marzo (Fig. 2). Estos vientos son interrumpidos por la cadena de montañas de la Cordillera de los Andes del sur de Perú y Bolivia, generándose fuertes

convergencias de flujo de humedad al sur de la cuenca Amazónica en la región boliviana (ver Fig. 3).

### **c) Anomalías de Transporte de Humedad y su Divergencia**

Los flujos de humedad y su divergencia son elaborados con datos de reanálisis NCEP/NCAR de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), con una resolución espacial de 2.5°x2.5° y resolución temporal diario, para el periodo de 45 años (1970 al presente), sobre la región entre 20°N-30°S y 100°W-20°W.

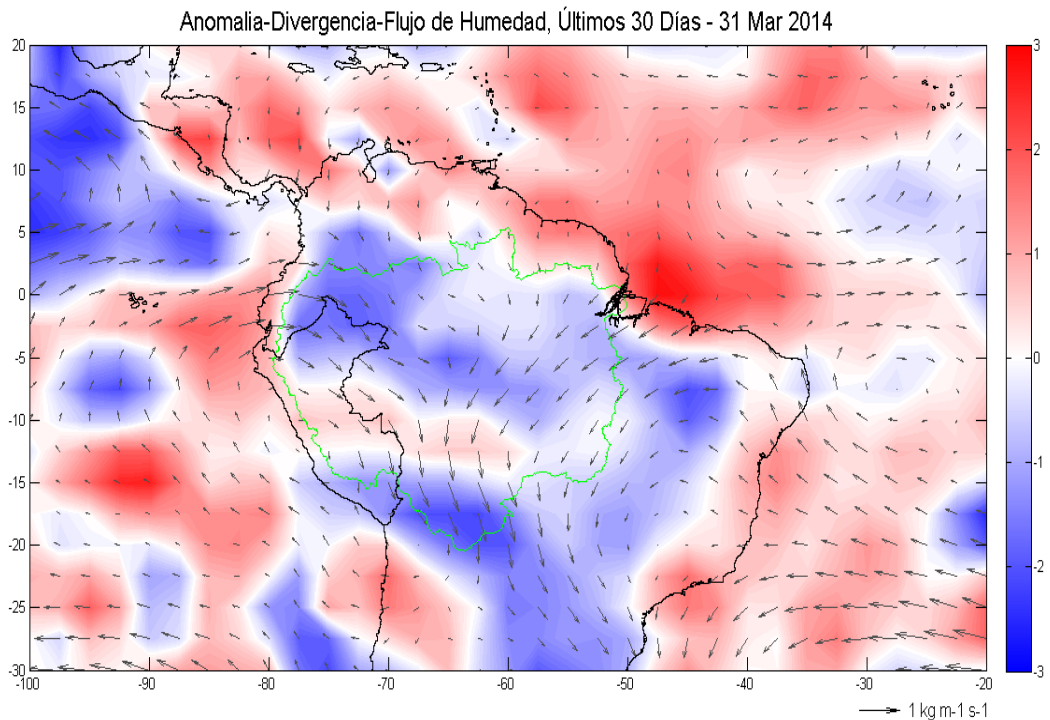
El flujo de humedad integrado verticalmente,  $F_w$ , en un punto de cuadrícula está dado por la siguiente ecuación:

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

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 de la superficie a 300 hPa, para más detalle revisar Satyamurty *et al.*, 1998.

Se observan considerables convergencias de flujo de humedad al sur de la Amazonía peruana y sur de la cuenca Amazónica que se extiende hasta la cuenca de la Plata, concentrados con mayor intensidad sobre la región de la Amazonia boliviana (Fig. 3). Estas condiciones se vienen observando desde finales de diciembre de 2013 y han producido inundaciones excepcionales en las cuencas del Madre de Dios, Beni y Madeira.

Se observa convergencia de flujo de humedad al norte de la Amazonía peruana, ecuatoriana y colombiana, que se expande hasta la zona central de la cuenca amazónica incluyendo la zona norte de la misma y su desembocadura. Además, se observan ingresos ligeramente por arriba de lo normal de vientos del océano Atlántico tropical norte alrededor de la desembocadura y del mar del Caribe hacia cuenca Amazónica (Fig. 3).



**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 a 01 de marzo al 31 de marzo 2014. Las anomalías son calculadas utilizando como periodo base los promedios de 1970 a 2013. Límites de la cuenca Amazónica (línea verde).

#### 4.2. Análisis de Precipitaciones

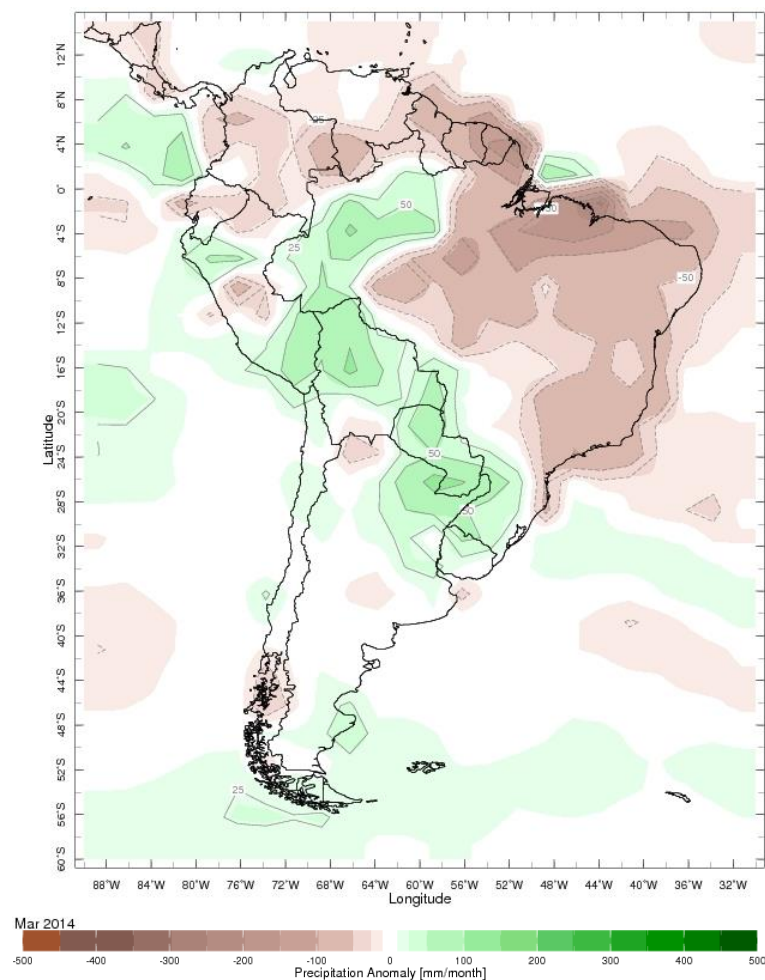
Esta sección presenta el análisis de las anomalías de precipitación de dos fuentes de datos: 1) International Research Institute for Climate and Society (IRI) y 2) Radar Tropical Rainfall Measuring Mission a tiempo real (TRMM-3B42RT), para más detalle revisar Huffman et al. (2010). Los datos (mapas) reportados por el IRI son anomalías de precipitación en mm/mes a nivel global, Sudamérica y otros, mientras TRMM-RT reportan datos 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®, presentando anomalías de precipitación en porcentaje (%).

##### a) Anomalías de Precipitación IRI

El mapa muestra las anomalías de precipitación mensual en unidades de mm/mes basándose en estimaciones de la precipitación del conjunto de datos CAMS\_OPI v0208 del Centro de Predicción del Clima de NOAA NCEP. El período utilizado para el cálculo de la climatología es 1979-2000 y a una resolución de 2,5° de

latitud/longitud. Zonas verdes en el mapa indican que la precipitación fue superior a lo normal del mes a largo plazo, y las zonas marrones en el mapa indican donde las precipitaciones fueron inferiores a lo normal. Los contornos se dibujan en incrementos de +/- 10, 25, 50, 100, ... 500 mm/mes, para mayor detalle revisar Janowiak and Xie (1999).

En el mes de marzo, según el reporte del IRI ocurrieron precipitaciones inferiores a lo normal (Anomalías inferiores a -100 mm/mes) en gran parte de la región sureste de la cuenca Amazónica, con mayor intensidad alrededor de la desembocadura. Asimismo, se observan anomalías negativas en la Amazonia peruana central, amazonia ecuatoriana, colombiana y venezolana (Fig. 4).



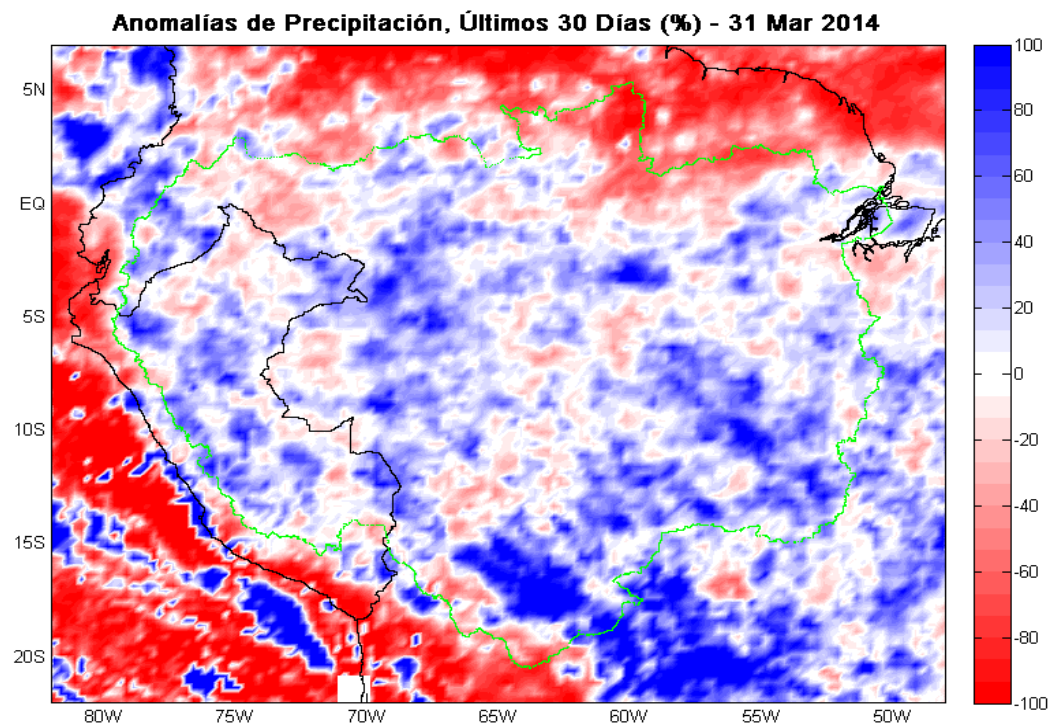
**Fig. 4:** Anomalías de precipitación (mm/mes) para el mes de febrero de 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base de los promedios mensual de 1979 a 2000. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

Asimismo, ocurrieron lluvias por arriba de lo normal (alrededor de 100 mm/mes) al sur de la Amazonía peruana y en la Amazonía boliviana, extendiéndose hasta la región central de la cuenca Amazónica. Asimismo, se observan que las precipitaciones fueron excedentarias, en la cuenca de la Plata con anomalías inferiores a 50 mm/mes (Fig. 4).

En general, las precipitaciones sobre los valores climatológicos son coherentes con las incursiones de flujos de humedad del Atlántico tropical sur hacia la zona central y sur de la cuenca Amazónica, observándose fuertes precipitaciones en las mismas regiones descritas durante el mes de marzo (Fig. 4).

### b) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

En marzo la magnitud de las precipitaciones según los datos de TRMM-RT, estuvo por debajo de lo normal (anomalía negativas de -50% en promedio) al noreste de la cuenca Amazónica. Asimismo, se observan déficit de lluvias al norte de la Amazonía peruana y la Amazonia colombiana (Fig. 5).



**Fig. 5:** Anomalías de precipitación en porcentaje (%) para el mes de marzo 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2002-2013. Límites de la cuenca Amazónica (línea verde).

De acuerdo con la Figura 5, las anomalías positivas de precipitación (inferiores a los 80%) son observadas al este de la triple frontera Perú-Colombia-Brasil, extendiéndose hacia el sur hasta alrededor de la triple frontera Perú-Bolivia-Brasil. Observándose con mayor intensidad (anomalías de 100% en promedio) en parte de la Amazonía boliviana, extendiéndose hacia la cuenca de la Plata.

En gran parte de la Amazonía peruana central, se observan anomalía de precipitación por encima de la media climatológica, a lo largo de la cadena central de los Andes lado este, asimismo, concentrados en algunas regiones a lo largo de las cuencas de río Huallaga y río Ucayali hasta la parte sur de la confluencia del río Marañón y Huallaga. Además, se observan anomalías positivas en la zona norte de la cuenca del Marañón, incluyendo la Amazonia ecuatoriana (Fig. 5). Estas anomalías corresponden al periodo de 01 de marzo a 31 de marzo 2014.

En conclusión, ambas fuentes de datos de precipitación (IRI y TRMM-RT) muestran anomalías positivas alrededor de la triple frontera Perú-Bolivia-Brasil extendiéndose hacia el este de la triple frontera Perú-Colombia-Brasil, así como en parte de la Amazonía boliviana. Además, en la parte norte de la cuenca del río Marañón.

## **V. Análisis de las Previsiones**

En esta sección se analizan las proyecciones de las anomalías de temperatura superficial del mar a nivel global y las regiones más relevante (Niño 3.4 y NATL), además, se analizan las anomalías de precipitación para los próximos 03 meses, que corresponden al periodo de disminución de las precipitaciones en la región de la Amazonía peruana. Los reportes provienen de las agencias internacionales de pronóstico del clima (IRI, NOAA y CPTEC).

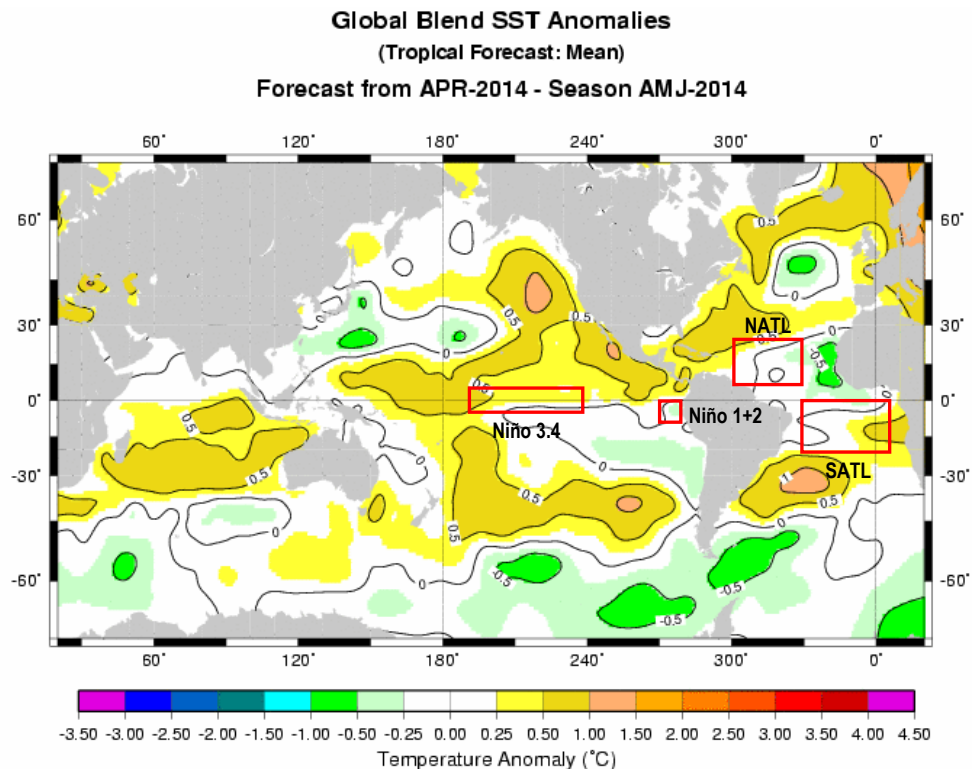
### **5.1. Análisis de la Temperatura Superficial del Mar**

Esta sección contiene los pronósticos de la anomalía de temperatura superficial del mar de manera espacial a nivel global, analizándose básicamente las regiones del Pacífico ecuatorial y Atlántico tropical. Los pronósticos son desarrollados por el International Research Institute for Climate and Society (IRI) y los imágenes elaborados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el marco del Estudio

Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). El análisis fue realizado específicamente para las regiones de El Niño 3.4, Niño 1+2, NATL y SATL).

### a) Pronóstico de la SST a nivel Global

Según el reporte del IRI, los pronósticos de la anomalía de SST, para el trimestre abril-mayo-junio (AMJ) de 2014, proyectan condiciones ligeramente cálidas para la región de El Niño 3.4 (color amarillo en Fig. 6). Sin embargo, esta región estaría en condiciones neutrales según el Índice Oceánico de El Niño (ONI) para los próximos tres meses (AMJ). Asimismo, para la región Niño 1+2 pronostican condiciones ligeramente frías (color verde en Fig. 6), pero categorizado como “Condiciones Neutrales” según el Índice Costero El Niño (ICEN), y a lo largo de la costa peruana, las anomalías de SST permanecerán cercanas a cero durante los próximos 03 meses (Fig. 6).

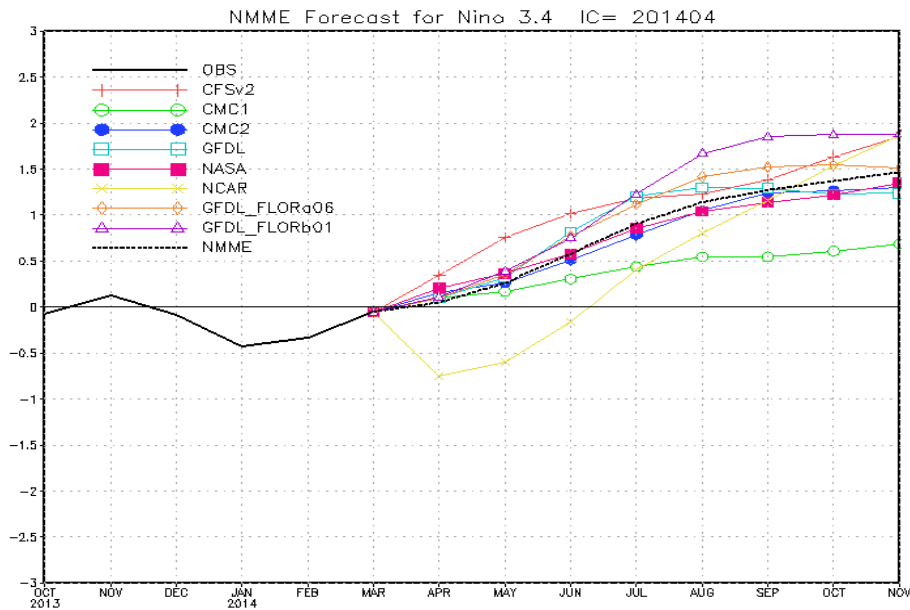


**Fig. 6:** Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar a nivel global, para el periodo de Abril a Junio. Rectángulos rojos indican regiones de interés. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

Para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se pronostican anomalías de temperatura superficial del mar para los próximos 3 meses (AMJ) ligeramente sobre el promedio (anomalías positivas inferiores a 0.5°C). Asimismo, para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) pronostican anomalías de SST neutrales en promedio (valores inferiores a 1°C concentrados al este de la misma). Cabe resaltar que las anomalías de SST en la región subtropical del Atlántico Sur continúan siendo positivas considerables (anomalías positivas de 1°C).

### b) Pronóstico de la Región El Niño 3.4

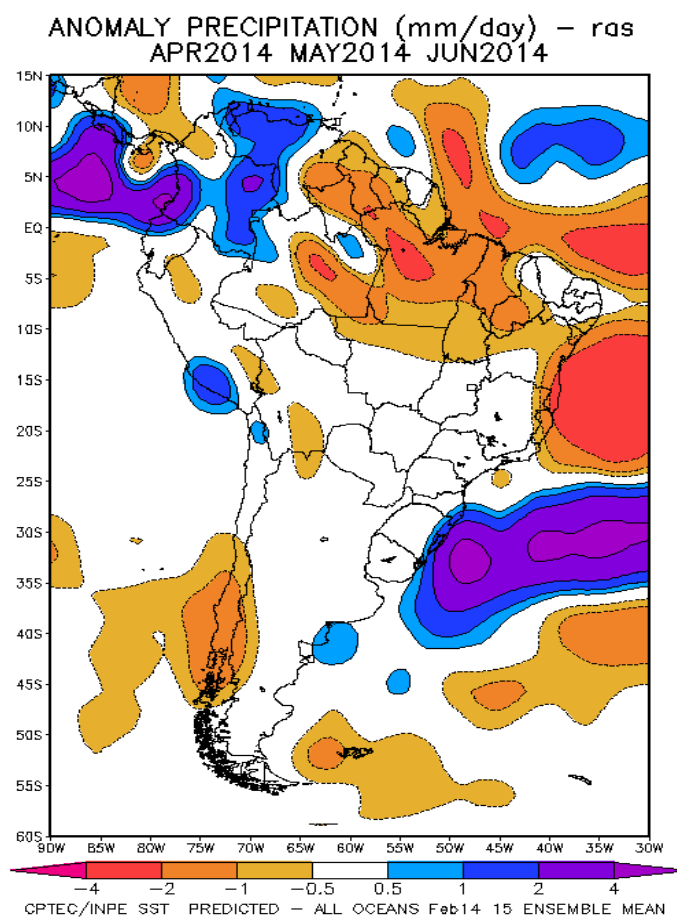
Según el reporte de la NOAA, las proyecciones de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) durante los próximos 03 meses, presentarán condiciones neutrales a cálidas moderada, ver Figura 7. La mayoría del conjunto de modelos de pronósticos acoplados de fines de marzo 2014 pronostican poca probabilidad de condiciones de El Niño o La Niña para los próximos 3 meses, correspondiente a los meses de AMJ (Fig. 7).



**Fig. 7:** Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (SST) 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 marzo 2014. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

## 5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

El pronóstico de la distribución de las anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses de abril a junio 2014 muestra en la región de la Amazonia peruana y gran parte de la región suroeste de la cuenca Amazónica anomalías alrededor de lo normal (color blanco en la Figura 8).



**Fig. 8:** Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para los meses de AMJ del 2014 en América del Sur, con datos observados del mes de febrero. Fuente: CPTEC/INPE.

Anomalías negativas (superiores a -4 mm/día) se observarán en gran parte de la región noreste de la cuenca Amazónica, centralizada cerca a la desembocadura del río Amazonas expandiéndose hacia el sureste de Venezuela y parte central de la cuenca Amazónica (Fig. 8).

Sin embargo, se observarán anomalías positivas de precipitación inferiores a 4 mm/día concentradas en toda la Amazonia colombiana, expandiéndose hasta la región este de Venezuela y parte norte de Ecuador.

En general, se observarán anomalías de precipitación alrededor de lo normal en gran parte de la región este y sur de la cuenca Amazónica, incluyendo toda la Amazonia peruana. Sin embargo, se observarán anomalías negativas marcadas alrededor de la desembocadura de la cuenca del río Amazonas (ver Fig. 8).

## **VI. Conclusiones**

La actualización de la base de datos de las variables climáticas e hidrológicas se viene desarrollando continuamente, con datos y/o informaciones provenientes de diferentes agencias internacionales de investigación del clima e instituciones locales. Las variables se encuentran a casi tiempo real, con escalas de tiempo diarios (precipitaciones del radar TRMM-RT y reanálisis) y mensuales (SST, índices oceánicos, circulación atmosférica).

Las temperaturas superficiales del mar en el Pacífico ecuatorial región de El Niño 3.4 presentan condiciones neutras (anomalías de SST alrededor de cero, predominancia de color blanco en la figura 1), sin embargo, la región de El Niño 1+2 presenta condiciones ligeramente frías (anomalías de SST inferiores a -1.5, ver figura 1). Asimismo, el Atlántico tropical presenta condiciones normales a la fecha, mientras que la región del Atlántico sub-tropical sur sigue mostrando temperaturas por encima de lo normal. Por otro lado, los pronósticos indican que durante los próximos tres (03) meses persistirán condiciones neutras a cálidas moderadas para la región de El Niño 3.4 como es afirmada en el Informe Técnico del ENFEN del mes de marzo.

Durante el mes de marzo 2014 se ha observado convergencia de flujo de humedad en la parte sur de nuestro país y con mayor magnitud en la Amazonia boliviana expandiéndose hacia la cuenca de la Plata atribuida al ingreso anómalo de vientos del océano Atlántico tropical sur sobre lo normal. Asimismo, se observan flujos de humedad por encima de la climatología provenientes del Atlántico tropical norte, pero en menor grado que probablemente implican en las marcadas convergencia de flujo de humedad al norte de la Amazonia peruana, ecuatoriana y colombiana así como en la

parte central de la cuenca Amazónica. Estas anomalías probablemente implican las fuertes precipitaciones en la triple frontera Perú-Colombia-Brasil.

En el mes de marzo las condiciones actuales de la distribución de anomalías de precipitación se observaron por arriba de su climatología extendida al este de la triple frontera Perú-Colombia-Brasil, extendiéndose hacia la triple frontera Perú-Bolivia-Brasil. Asimismo, se observan anomalías positivas al norte de la cuenca del Marañón y en menor grado a lo largo de la cadena central de los Andes. Además, se observan anomalías positivas en la Amazonia boliviana extendiéndose hacia la cuenca del a Plata. Según los pronósticos, no se observan marcadas anomalías de precipitaciones positivas para el periodo de Abril-Mayo-Junio 2014, a excepción de la Amazonía colombiana. Sin embargo, anomalías de precipitación negativas serán observadas cercana la desembocadura. En los próximos meses, se espera caudales más elevados de lo normal en los ríos Huallaga, Marañón y Amazonas (Tamshiyacu), asimismo, se espera el descenso de los caudales de los ríos de la región Madre de Dios.

En general, se sugiere seguir monitoreando las condiciones hidrológicas actuales y proyectadas, teniendo en cuenta que estamos en los meses críticos de temporada de crecida de los ríos amazónicos peruanos.

## **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. (2011b). "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. (2012). 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*.
- 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 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.