



INFORME MENSUAL: 30 de abril de 2014

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



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

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

Abril, 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
 - 4.3. Análisis de los caudales históricos
- V. Análisis de las previsiones
 - 5.1. Análisis de la temperatura superficial del mar
 - a. Pronóstico de la TSM a nivel global
 - b. Pronóstico de la Región El Niño 3.4
 - c. 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 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 (TSM) 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, 2012 y 2013) y Yoon & Zeng (2010), así como en Lavado et al. (2012), entre otros.

En este informe mensual correspondiente al mes de abril 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 hidroclimáticas, 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 (TSM) 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 TSM 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 (TSM)

Durante el mes de abril el Pacífico ecuatorial central, en la región Niño 3.4 se presentó anomalías positivas de TSM de 0.24°C en promedio (Tabla 1), con un ligero aumento respecto al mes anterior (color amarillo en Fig. 1). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías negativas de TSM de -0.37°C en promedio (color verde en Fig. 1 y Tabla 1), con un ligero aumento 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 -0.30°C en promedio para el mes de abril (color blanco en Fig. 1, Tabla 1), con un ligero aumento de 0.02°C con respecto al mes de marzo. Sin embargo, la región Atlántico tropical Sur (SATL) no presenta anomalías considerables (anomalía positiva de 0.14°C en promedio, ver Tabla 1), con un ligero aumento de 0.09 de anomalía de TSM respecto al mes anterior.

En general, las temperaturas superficiales del mar (TSM) de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones neutrales y la región del Atlántico tropical no muestra anomalías considerables durante el mes de abril de 2014 (Fig. 1).

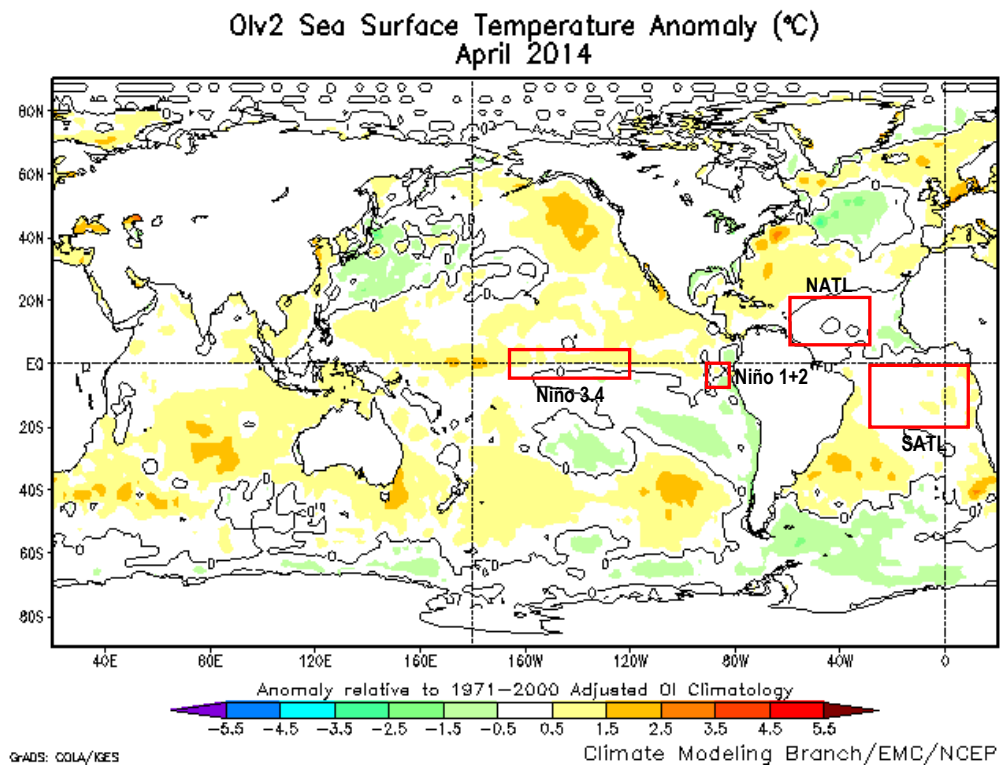


Fig. 1: Anomalías de la temperatura de la superficie del mar (TSM) en °C del 01 al 30 de abril de 2014. Las anomalías son calculadas utilizando como la climatología de periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

APRIL 2014								
MONTH	PACIFIC SST				ATLANTIC SST			
	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	
APR 13	-0.9	24.7	-0.1	27.7	0.4	26.3	0.1	27.1
MAY 13	-1.4	22.9	-0.3	27.6	0.5	26.8	0.2	26.4
JUN 13	-1.4	21.5	-0.2	27.4	0.3	27.0	0.0	25.0
JUL 13	-1.3	20.3	-0.3	26.9	0.2	27.4	0.0	23.7
AUG 13	-1.0	19.7	-0.3	26.5	0.3	28.1	0.1	23.2
SEP 13	-0.6	19.8	-0.1	26.7	0.5	28.6	-0.2	22.8
OCT 13	-0.6	20.2	-0.3	26.4	0.4	28.5	-0.2	23.2
NOV 13	-0.5	21.1	0.0	26.7	0.1	27.7	-0.3	23.6
DEC 13	-0.2	22.6	0.0	26.5	0.0	26.9	-0.1	24.6
JAN 14	0.3	24.8	-0.5	26.1	-0.1	25.9	-0.1	25.5
FEB 14	-0.8	25.4	-0.6	26.2	-0.2	25.4	0.1	26.7
MAR 14	-0.8	25.9	-0.2	27.0	-0.3	25.3	0.1	27.2
APR 14	-0.4	25.2	0.2	28.0	-0.3	25.6	0.1	27.2

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 los vientos alisios, resultado de una intensificación del anticiclón del pacifico (Fig. 2). Sin embargo, en la región del Atlántico tropical se observa un ligero debilitamiento de los vientos alisios, con una mayor intensidad en la zona ecuatorial Este. Sin embargo, se observan vientos sobre su promedio climatológico provenientes del Atlántico tropical hacia el este de la cuenca Amazónica (Fig. 2). Dichos vientos son direccionados hacia la cuenca de La Plata, generando fuertes convergencias de flujo de humedad en sus nacientes y región central (ver Fig. 3).

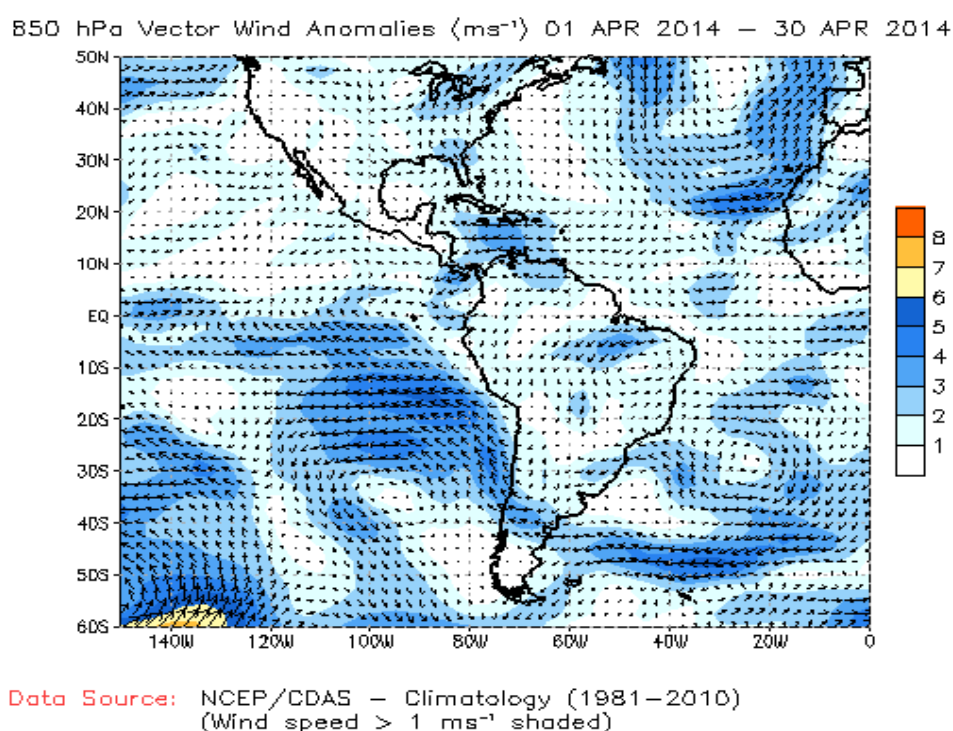


Fig. 2: Vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 01 de abril al 30 de abril de 2014). Las anomalías son calculadas utilizando como periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

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 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), con una resolución espacial de $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 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 intensas convergencias de flujo de humedad al suroeste de la Amazonía peruana (Fig. 3). Asimismo, se observa convergencia de flujo de humedad al noreste de la Amazonía peruana y colombiana, que se expande hasta la zona central de la cuenca amazónica (Fig. 3).

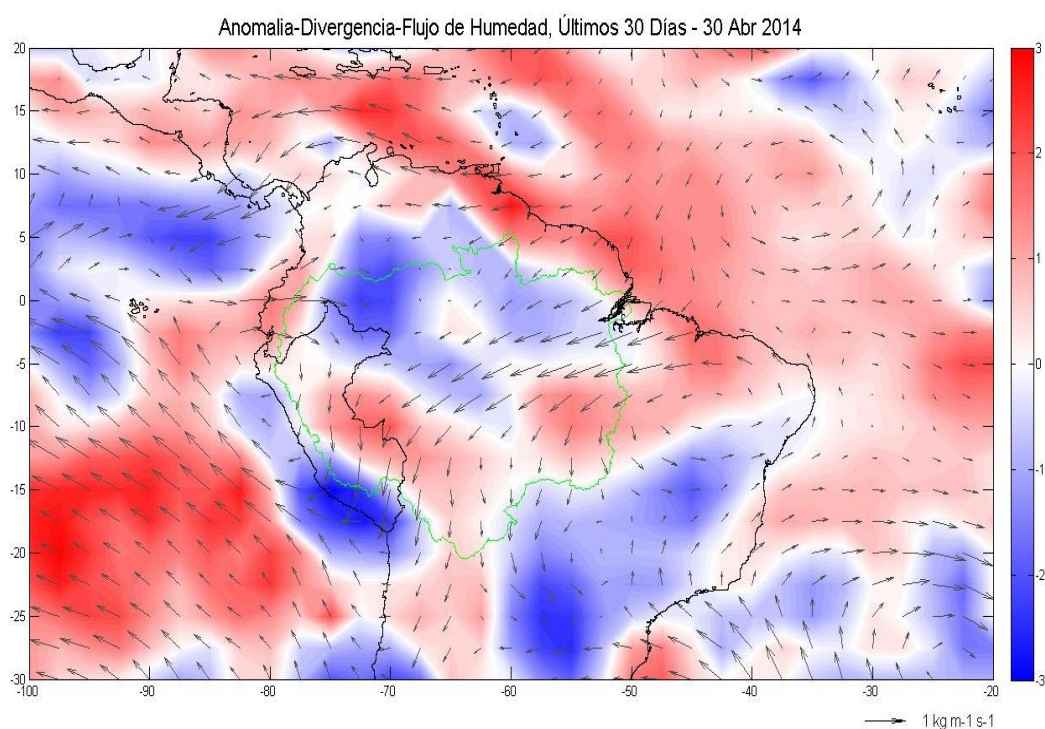


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 30 de abril 2014. Las anomalías son calculadas utilizando como periodo base los promedios de 1970 a 2013. Se muestra límites de la cuenca Amazónica (línea 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®, mostrando 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 abril, según el reporte del IRI ocurrieron precipitaciones inferiores a lo normal (anomalías inferiores a 100 mm/mes, ver Fig. 4) en gran parte de la región este de la cuenca Amazónica. Asimismo, se observan anomalías negativas en la Amazonia peruana central y norte, amazonia ecuatoriana, colombiana y venezolana (Fig. 4). Por otro lado, ocurrieron lluvias por arriba de lo normal (inferiores a 25 mm/mes) al sur de la Amazonía peruana y cuenca media del río Maraón. Además, se observan que las precipitaciones fueron excedentarias al sur de Bolivia, Argentina y Paraguay (Fig. 4).

En general, precipitaciones por debajo de los valores climatológicos son coherentes con las pocas incursiones de flujos de humedad del Atlántico tropical hacia la cuenca Amazónica, sin embargo convergencias de flujo de humedad han sido observadas al norte de la cuenca amazónica que no se ha traducido en anomalías positivas de precipitación según lo reportado por el IRI (Fig. 3 y 4). Por otro lado, en la cuenca de La Plata, existe mayor coherencia del flujo de humedad y precipitación excedentaria según el IRI.

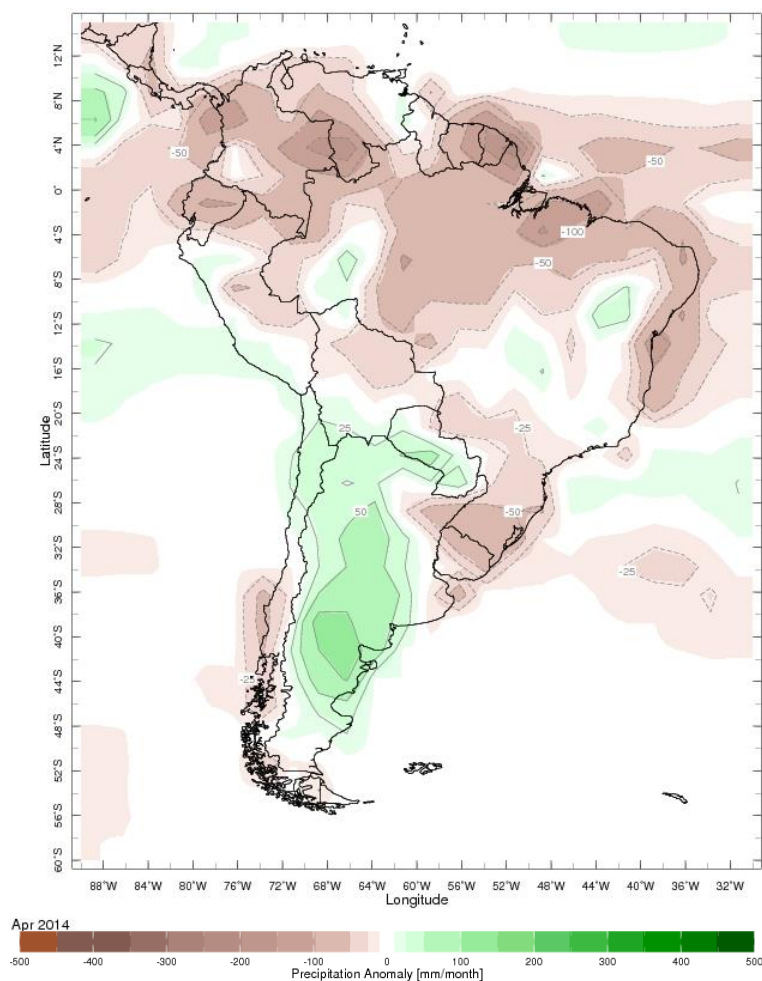


Fig. 4: Anomalías de precipitación (mm/mes) para el mes de abril de 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base de los promedios mensual de 1979 a 2000. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

b) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

Durante el mes de abril correspondiente al periodo del 01 de abril al 30 de abril 2014, la magnitud de las precipitaciones estuvo por debajo de lo normal (anomalía negativas de -50% en promedio) en la mayoría de las regiones de la cuenca Amazónica, según los datos de TRMM-RT. Asimismo, se observan déficit de precipitación en gran parte de la Amazonía peruana, boliviana, ecuatoriana y colombiana (Fig. 5).

En general, se observan gran dominio de anomalías negativas de precipitación en toda la Amazonía peruana y cuenca Amazónica (Fig. 5).

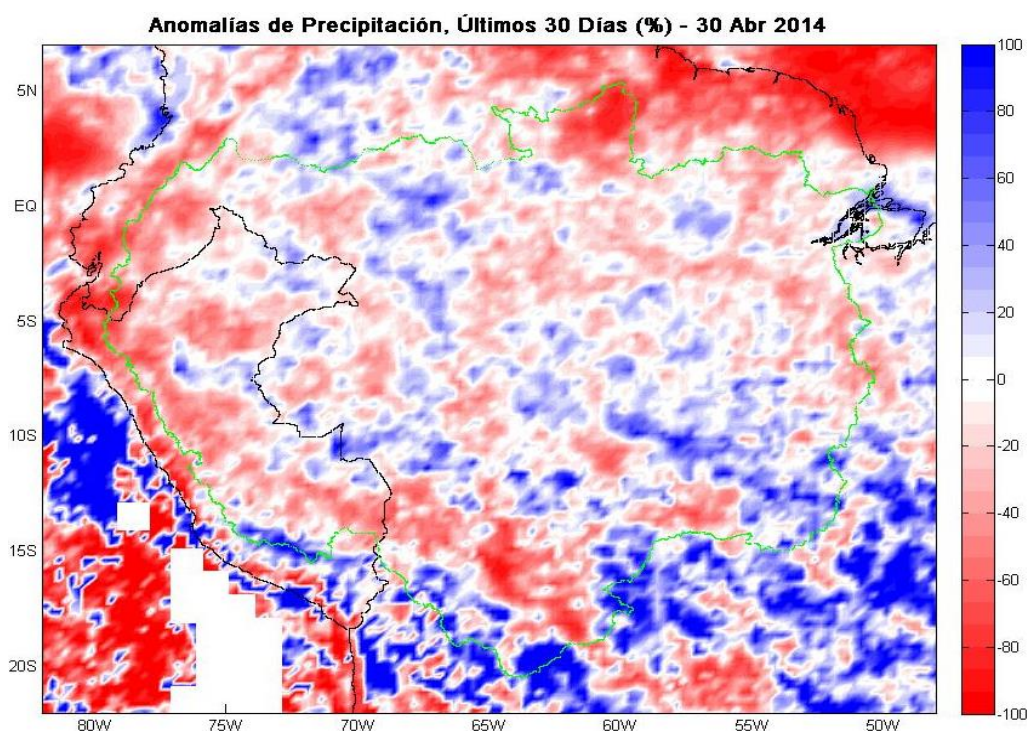


Fig. 5: Anomalías de precipitación en porcentaje (%) para el mes de abril 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2002-2013. Se muestra límites de la cuenca Amazónica (línea verde).

De acuerdo con la Figura 5, las anomalías positivas de precipitación (inferiores a los 80%) son observadas en algunas regiones exteriores al límite sur de la cuenca Amazónica, extendiéndose hacia la cuenca de La Plata, lo cual es coherente con lo reportado por el IRI (Fig. 4).

En conclusión, ambas fuentes de datos de precipitación (IRI y TRMM-RT) muestran anomalías negativas en gran parte de la cuenca Amazónica y Amazonía peruana. Asimismo, anomalías positivas en algunas regiones exteriores al límite sur de la cuenca Amazónica.

4.3. Análisis de Caudales Históricos

De acuerdo a los hidrogramas reportadas en el Boletín N° 04 de Vigilancia Hidrológica de los ríos del Perú del mes de abril del 2014, desarrollado por el SENAMHI, se podría resumir que se viene registrando magnitudes cercanas al promedio en la mayoría de los principales estaciones de la Amazonía peruana (Fig. 6). Así por ejemplo, la estación de Bellavista ubicada en el río Napo presenta anomalías positivas de caudales de 22% respecto a su climatología.

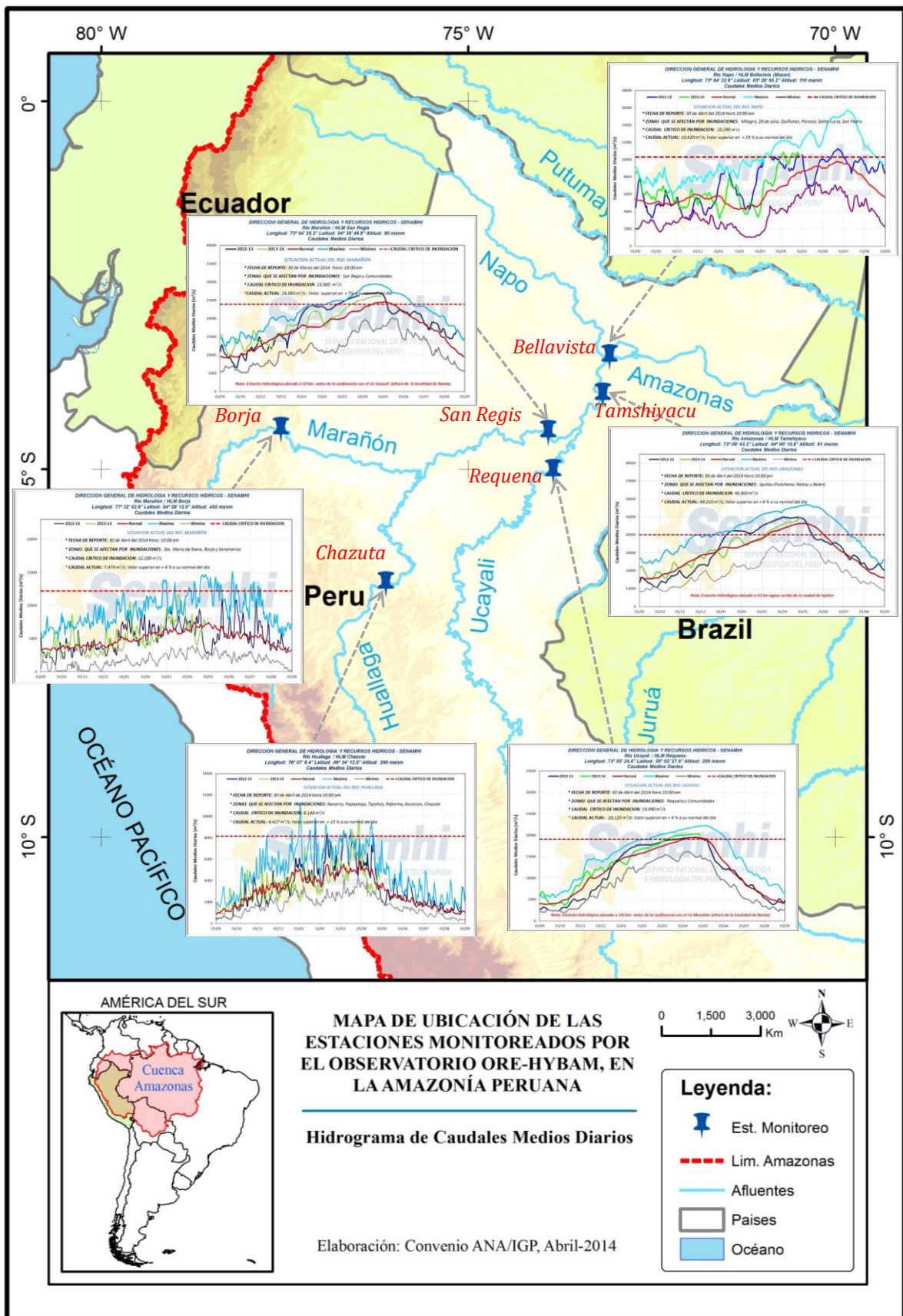


Fig. 6: Hidrogramas de caudales medios diarios de los principales río de la Amazonía peruana. Fuente: SENAMHI (<http://www.senamhi.gob.pe/>).

Sin embargo, las estaciones San Regis (Marañón), Requena (Ucayali) y Tamshiyacu (Amazonas), muestran anomalías positivas de caudales de 8%, 4% y 5%, respectivamente. A la fecha (30 de abril 2014) los últimos ríos mencionados ya se encuentran en su cumbre de crecidas (Fig. 6). Sin embargo estos registros están muy cercanos a los promedios históricos, por lo que estas anomalías no resultan alarmantes.

V. Análisis de las Previsiones

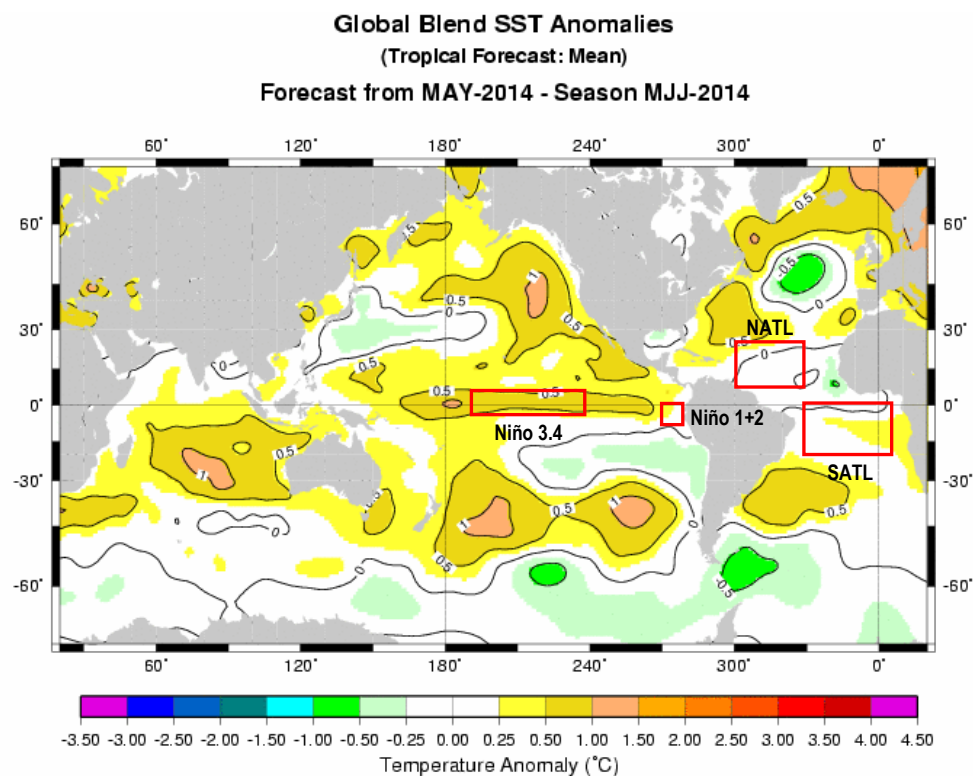
En esta sección se analizan los pronósticos de las anomalías de temperatura superficial del mar a nivel global y las regiones más relevante (Niño 3.4 y NATL), además, se analizan las anomalías de precipitación para los próximos 03 meses, que corresponden al periodo de descenso de las precipitaciones en la región de la Amazonía peruana. Los reportes provienen de las agencias internacionales 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, sin embargo se analizan básicamente las regiones del Pacífico ecuatorial y Atlántico tropical. Los pronósticos fueron 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 TSM a nivel Global

Según el reporte del IRI, los pronósticos de anomalías de TSM, para el trimestre mayo-junio-julio (MJJ) de 2014, proyectan condiciones cálidas para la región Niño 3.4 (color amarillo oscuro en Fig. 7) y ligeramente cálidas para la región Niño 1+2 (color amarillo en Fig. 7). Sin embargo, a lo largo de la costa peruana, las anomalías de TSM permanecerán cercanas a cero durante los próximos 03 meses (Fig. 7) a excepción del extremo sur de la costa peruana presentaría condiciones ligeramente frías. Asimismo, el informe técnico ENFEN N° 04- 2014 manifiesta que para los próximos tres meses, se presentarán condiciones de cálidas débiles a cálidas moderadas para las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4.



IRI 2014 Apr 28 16:03:49

Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar a nivel global, para el periodo Mayo-Junio-Julio. Rectángulos rojos indican regiones de interés. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

Para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se prevén anomalías de TSM neutrales en promedio (dominio de color blanco, ver Fig. 7) para el trimestre MJJ. Asimismo, para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) pronostican anomalías de TSM ligeramente sobre el promedio (valores inferiores a 0.5°C concentrados al este de la misma, ver Fig. 7). Cabe resaltar que las anomalías de TSM en la región subtropical del Atlántico Sur son considerablemente positivas desde diciembre 2013 (anomalías positivas de 1°C , ver Fig. 7).

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) para los próximos 03 meses, presentarán condiciones cálidas débiles a moderadas, (ver Figura 8).

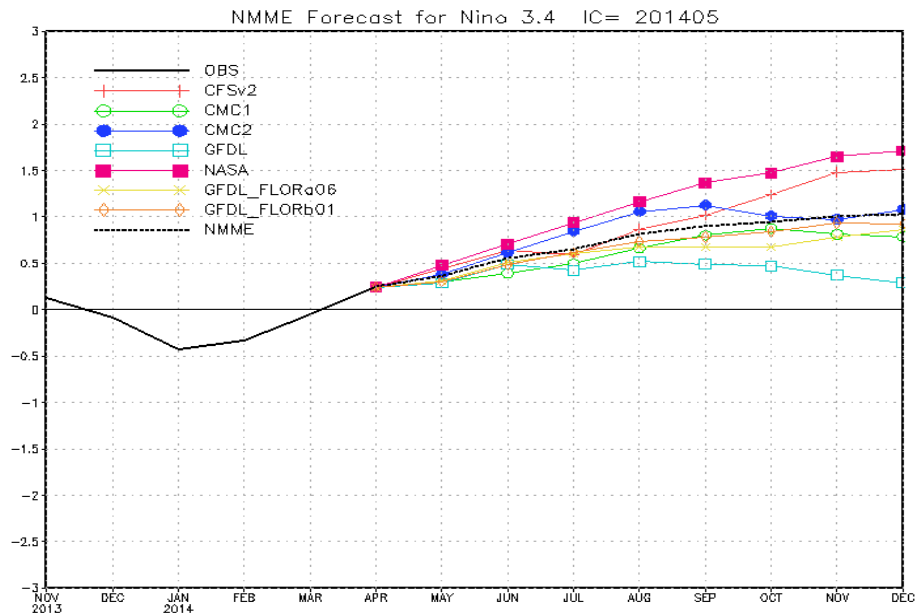


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de abril 2014. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

c) Pronóstico de la Región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP, el promedio de las proyecciones de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el Atlántico tropical Norte (NATL) indican que durante los próximos 03 meses persistirá una condición cercana a lo normal (TSM cerca al promedio climatológico, pero por debajo de la misma, ver Fig. 9). La mayoría del conjunto de modelos de pronósticos acoplados de fines de abril 2014 pronostican condiciones de anomalías negativas de TSM de hasta -0.4 en promedio para los próximos 3 meses (Fig. 9).

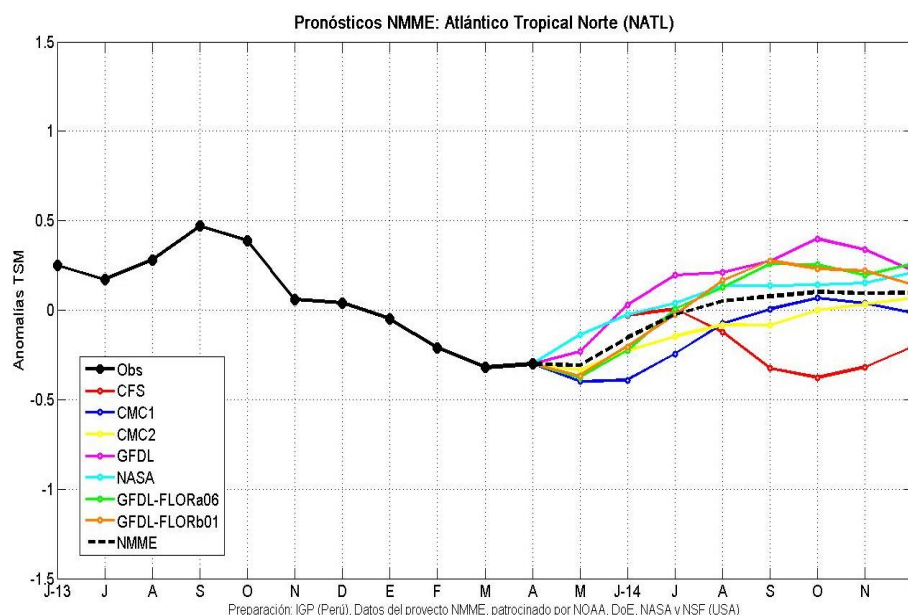


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de abril 2014. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

El pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses de mayo a julio 2014 con datos observados de fines de abril, muestran probabilidad de lluvia por debajo de lo normal en gran parte de la región este de la cuenca Amazónica, extendida desde la desembocadura hasta al centro de la misma (Fig. 10). Estas anomalías negativas son coherentes con los impactos de eventos El Niño, reportados en estudios previos (e. g. Ronchail et al., 2002).

Sin embargo, para una región reducida de la Amazonia colombiana extendida hacia el norte de Venezuela, el pronóstico muestra lluvia por encima de lo normal con intensidades de anomalías inferiores a 4 mm/día para el trimestre MJJ (Fig. 10).

Asimismo, las otras regiones de la cuenca Amazónica incluida toda la Amazonia peruana tendrían una distribución de lluvias cercana a lo normal (color blanco en la Figura 10). A fines del mes de abril ya se observan déficit de precipitaciones en toda la región de la Amazonía peruana. Esta condición podría favorecer la reducción paulatina de los niveles y caudales en los principales ríos.

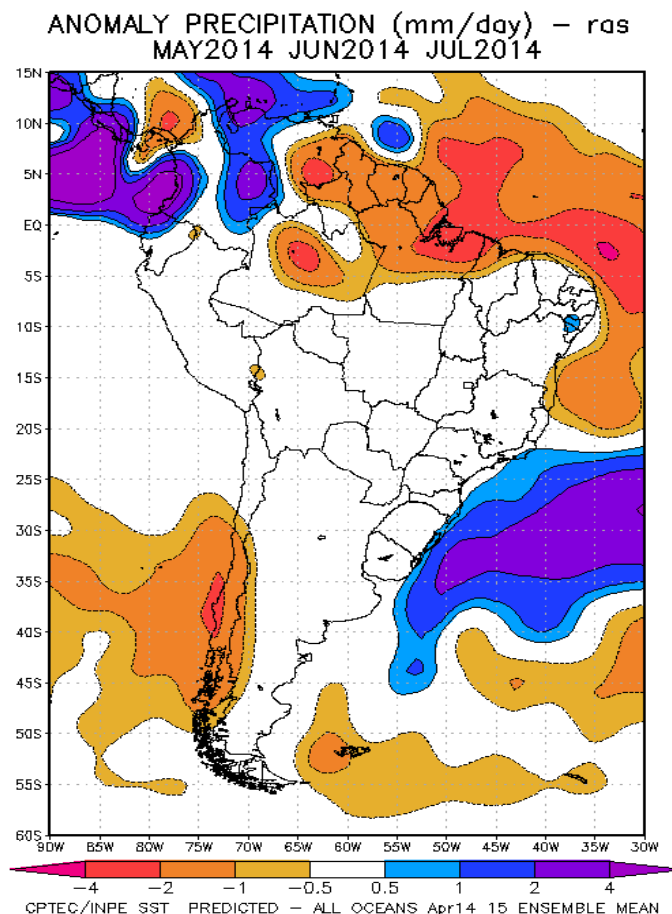


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para los meses de MJJ del 2014 en América del Sur, con datos observados del mes de abril. Fuente: CPTEC/INPE.

En general, se observarán anomalías de precipitación alrededor de lo normal en gran parte de la región oeste 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 Amazónica (Fig. 10).

VI. Conclusiones

La base de datos de las variables hidroclimáticas se viene actualizando continuamente, con informaciones provenientes de diferentes agencias internacionales de investigación del clima e instituciones locales (NOAA, IRI, CPTEC, SENAMHI, etc.). Las variables se encuentran a casi tiempo real, con escalas de tiempo diarios (precipitaciones del radar TRMM-RT y reanálisis) y mensuales (TSM, índices oceánicos, circulación atmosférica).

Durante el mes de abril las temperaturas superficiales del mar en el Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 presentó anomalías positivas (anomalías de TSM de 0.24°C), sin embargo, la región Niño 1+2 presentó condiciones ligeramente frías (anomalías de TSM de -0.37°C). Asimismo, el Atlántico tropical Norte (NATL) presenta condiciones ligeramente frías (anomalías de TSM de -0.30°C), mientras que la región del Atlántico tropical Sur (SATL) mostró anomalías de TSM por encima de lo normal (anomalías de TSM de 0.14°C). Por otro lado, los pronósticos indican que durante los próximos tres meses persistirán condiciones cálidas débiles a moderadas para la región Niño 1+2 y Niño 3.4 como es manifestada en el Informe Técnico del ENFEN del mes de abril.

En el mes de abril, se observan intensas convergencias de flujo de humedad al suroeste de la Amazonía peruana, extendiéndose hacia el Océano Pacífico. Asimismo, se observan convergencia de flujo de humedad al noreste de la Amazonía peruana y colombiana, que se expande hasta la zona central de la cuenca amazónica incluyendo la zona noreste de la misma y su desembocadura, pero en menor grado.

Las magnitudes de anomalías de precipitación para el mes de abril se observan por debajo de lo normal (anomalías negativas de -50% en promedio) en la mayoría de las regiones de la cuenca Amazónica y gran parte de la Amazonía peruana, boliviana, ecuatoriana y colombiana. Asimismo, anomalías positivas de precipitación (inferiores a los 80%) se observan en algunas regiones exteriores al límite sur de la cuenca Amazónica, extendiéndose hacia la cuenca de La Plata, lo cual es coherente con lo reportado por el IRI. Por otro lado, anomalías de precipitación negativas serían observadas cercana a la desembocadura. En general, actualmente se observan gran dominio de anomalías negativas de precipitación en toda la Amazonía peruana y cuenca Amazónica.

Según reporte del SENAMHI del mes de abril, se podría resumir que se viene registrando magnitudes semejantes al promedio en la mayoría de las principales estaciones de la Amazonía peruana. Las estaciones San Regis (Marañón), Requena (Ucayali) y Tamshiyacu (Amazonas), muestran anomalías positivas de caudales de 8% , 4% y 5% , respectivamente. Sabiendo que, a la fecha (30 de abril) los últimos ríos mencionados se encuentran en su cumbre de crecidas, no resultan necesariamente alarmantes.

Dado que existe probabilidad para la ocurrencia de un fenómeno El Niño débil a moderado, es indispensable continuar con el monitoreo de las condiciones hidrológicas actuales y previstas, teniendo en cuenta que este evento podría resultar en un estiaje severo en los meses de agosto y septiembre.

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).
- Ronchail, J., Cochonneau, G., Molinier, M., Guyot, J. L., Goretti de Miranda Chaves, A., Guimarães, W. & de Oliveira, E. (2002). Rainfall variability in the Amazon Basin and SSTs in the tropical Pacific and Atlantic oceans. *Int. J. Climatol.* 22, 1663–1686.
- 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.