



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

INFORME MENSUAL: enero de 2015

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



Foto: Puerto La Pastora - río Madre de Dios, Abril 2014

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

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

Enero, 2015

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 TSM a nivel global
 - b. Pronóstico de la región 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 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 tienen 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, 2012 y 2013) y Yoon & Zeng (2010), así como en Lavado et al. (2012), entre otros.

En este informe mensual correspondiente al mes de enero 2015, 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 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 enero 2015 el Pacífico ecuatorial central, la región Niño 3.4 mostró anomalías positivas de TSM de 0.5°C en promedio (Tabla 1), con un mínimo descenso respecto al mes anterior (dominio de áreas de amarillo pálido en Fig. 1). Sin embargo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías negativas de TSM de -0.4°C en promedio (dominio de área de blanco en Fig. 1 y Tabla 1), con un descenso de 0.5°C respecto al mes anterior. En general, el Pacífico ecuatorial presenta condiciones normales a ligeramente cálidas, tal como ha sido reportado por el ENFEN en su Comunicado Oficial N°02-2015 (enero).

La región del Atlántico tropical Norte (NATL) mostró ligeras anomalías positivas de TSM de 0.1°C en promedio para el mes de enero (dominio de color blanco en Fig. 1, Tabla 1), con un ligero ascenso respecto al mes de diciembre. Por otro lado, la región Atlántico tropical Sur (SATL) mostró anomalías positivas de TSM de 0.1°C en promedio (color blanco/amarillo pálido en Fig. 1 y Tabla 1), con un ascenso respecto al mes anterior.

En resumen, la TSM de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones normales a cálidas débiles y la región del Atlántico tropical Sur muestra ligeras anomalías positivas durante enero de 2015 (Fig. 1).

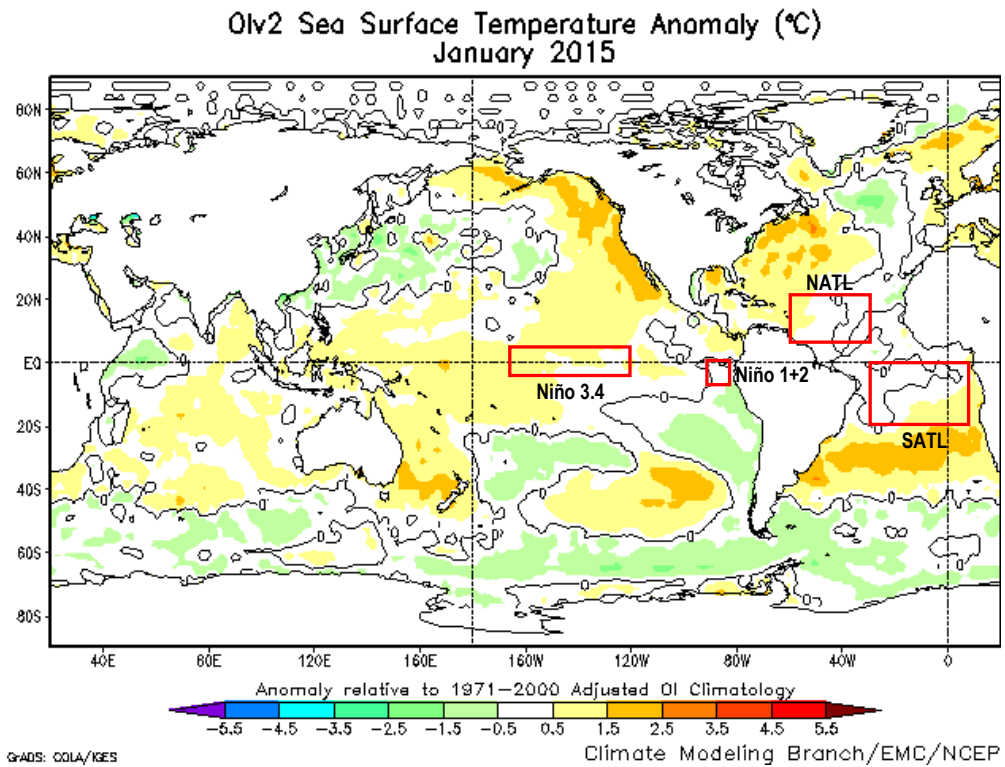


Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de enero de 2015. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

ENERO 2015								
MES	TSM PACÍFICO				TSM ATLÁNTICO			
	NINO 1+2 0-10S 90W-80W	NINO 3.4 5N-5S 170W-120W	N. ATL 5N-20N 60W-30W	S. ATL 0-20S 30W-10E				
ENE 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
ABR 14	-0.4	25.2	0.2	28.0	-0.3	25.6	0.1	27.2
MAY 14	1.3	25.6	0.5	28.3	-0.3	26.0	0.4	26.6
JUN 14	1.6	24.5	0.5	28.1	-0.3	26.5	0.3	25.3
JUL 14	1.4	23.0	0.2	27.4	-0.3	26.9	0.0	23.8
AGO 14	1.3	21.9	0.2	27.0	-0.2	27.5	0.0	23.1
SET 14	1.0	21.3	0.5	27.2	0.1	28.2	0.0	23.0
OCT 14	0.8	21.5	0.5	27.2	0.3	28.4	0.0	23.3
NOV 14	0.7	22.3	0.9	27.5	0.1	27.7	-0.5	23.5
DIC 14	0.1	22.9	0.8	27.4	0.0	26.8	-0.4	24.4
ENE 15	-0.4	24.1	0.5	27.1	0.1	26.1	0.1	25.7

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 Amazonía peruana.

Las anomalías de TSM en el Atlántico sur subtropical (costas de Argentina, Uruguay y sur de Brasil) continúan siendo positivas (alrededor de 1.5°C en forma extendida). Estas anomalías positivas produjeron abundantes lluvias en el suroeste de la cuenca amazónica durante el verano de 2014 (Espinoza et al., 2014).

b) Anomalías de la Circulación Atmosférica

En la región del Pacífico tropical, cerca de la costa norte peruana, se observó condiciones normales con influencia de anomalías positivas de vientos del noreste considerando los niveles bajos de la tropósfera (Fig. 2). Por otro lado, en la región del Atlántico tropical se observó un ligero debilitamiento de los vientos Alisios en la zona ecuatorial Este (Fig. 2). Dentro del continente, se observó incursión de anomalías de vientos con humedad provenientes del Atlántico tropical sur hacia el sureste de la cuenca Amazónica, intensificándose en la misma, para luego ser direccionado hacia los Andes peruanos y el norte de la cuenca de La Plata.

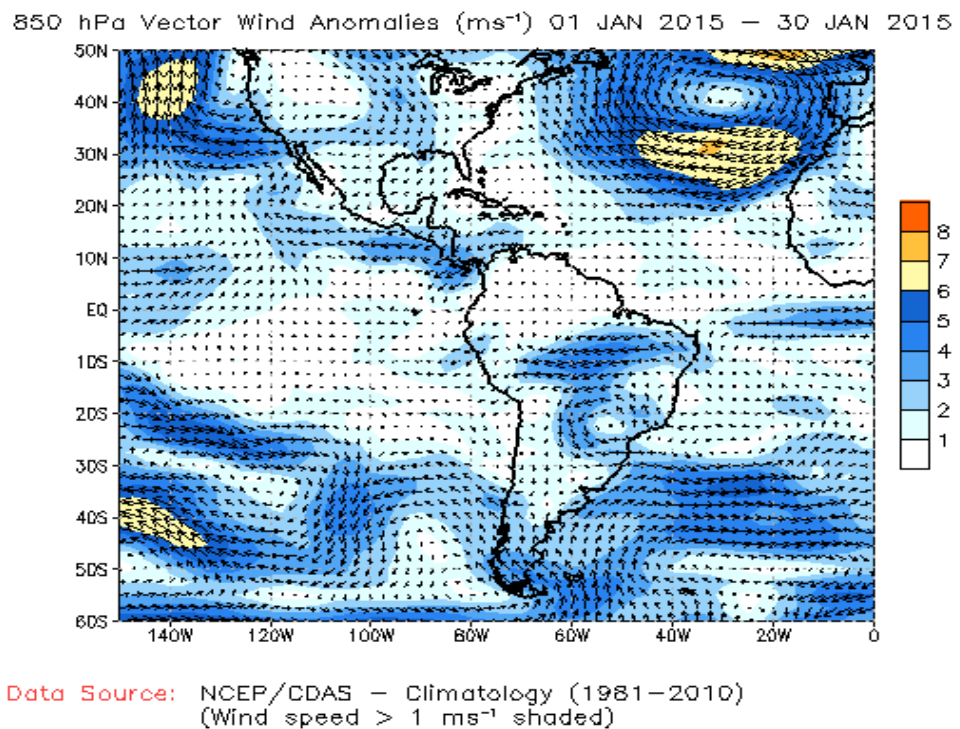


Fig. 2: Anomalia de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 01 de enero al 30 de enero de 2015). Las anomalías fueron calculadas utilizando el periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

Por otro lado, las anomalías de viento desde el océano Atlántico tropical norte y Mar Caribe hacia el oeste de la cuenca Amazónica muestran un ligero ingreso de humedad hacia el norte de la cuenca Amazónica peruana. Sin embargo, este

ingreso de humedad se ha debilitado respecto a los meses anteriores (ver reportes de noviembre y diciembre de 2014).

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°x2.5° 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 de la superficie a 300 hPa, para más detalle revisar Satyamurty *et al.* (1998).

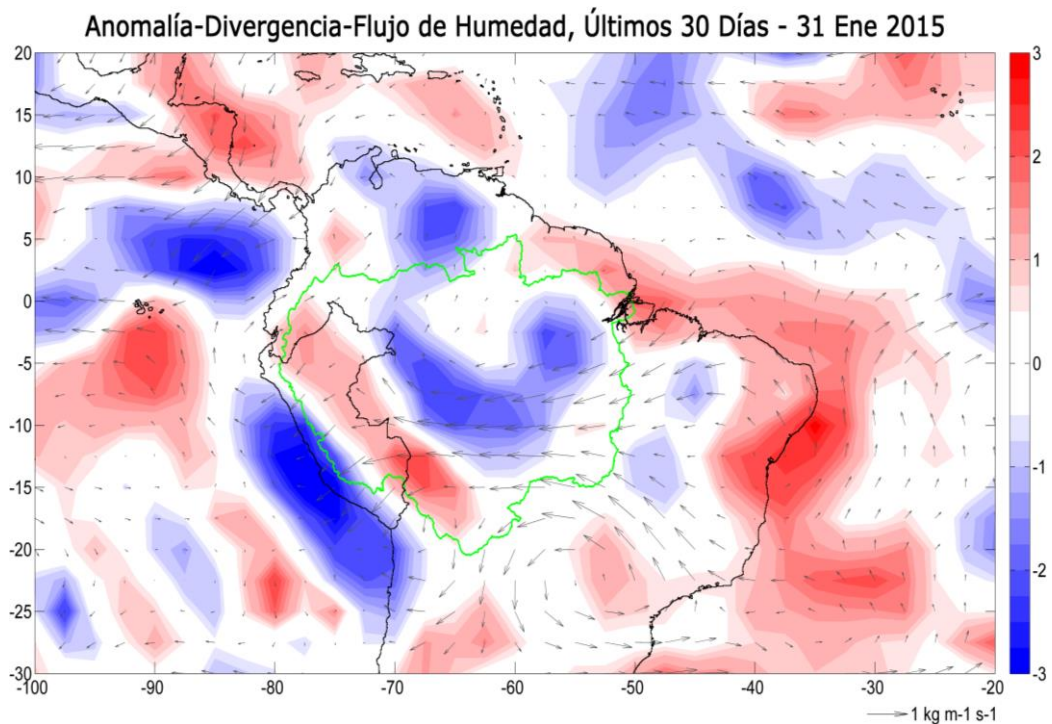


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 31 de enero 2015. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1970 a 2014. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

Durante el periodo de análisis, predominaron anomalías de convergencias de flujo de humedad en gran parte de la región central (extendido desde el extremo noreste de la Amazonía boliviana hasta la Amazonia colombiana y parte norte de la Amazonía peruana) y este (cercano a la desembocadura) de la cuenca Amazónica (Fig. 3). Por otro lado, se observaron divergencia del flujo de humedad principalmente en la Amazonía Peruana-Boliviana (Fig. 3). Las convergencias de flujos de humedad en la región central de la cuenca Amazónica son coherentes con la incursión de vientos del Atlántico tropical sur como es descrito en la Figura 2.

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 mm/día.

a) Anomalías de Precipitación IRI

El reporte del IRI muestra anomalías de precipitación 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 a una resolución horizontal de 2.5° de latitud/longitud. Zonas verdes en el mapa indican que la precipitación fue superior a lo normal según los valores climatológicos, y las zonas marrones en el mapa indican zonas donde la precipitación fue inferior 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).

Durante el mes de enero, según el reporte del IRI se observaron precipitaciones inferiores a lo normal en gran parte del sureste de la cuenca Amazónica (anomalías negativas inferiores a 150 mm/mes, ver Fig. 4). Por otro lado, se observaron anomalías de precipitación sobre lo normal en el oeste de la cuenca amazónica,

principalmente en la Amazonía colombiana, ecuatoriana, peruana y boliviana (anomalías positivas inferiores a 100 mm/mes, ver Fig. 4), a excepción de la región central de la Amazonía peruana y este de la Amazonía boliviana.

En general, precipitaciones por debajo de los valores climatológicos en el extremo sureste de la cuenca Amazónica son coherentes con las divergencias de flujos de humedad provenientes del Atlántico tropical sur, que son trasladados hacia la región central de la misma y la zona de los Andes.

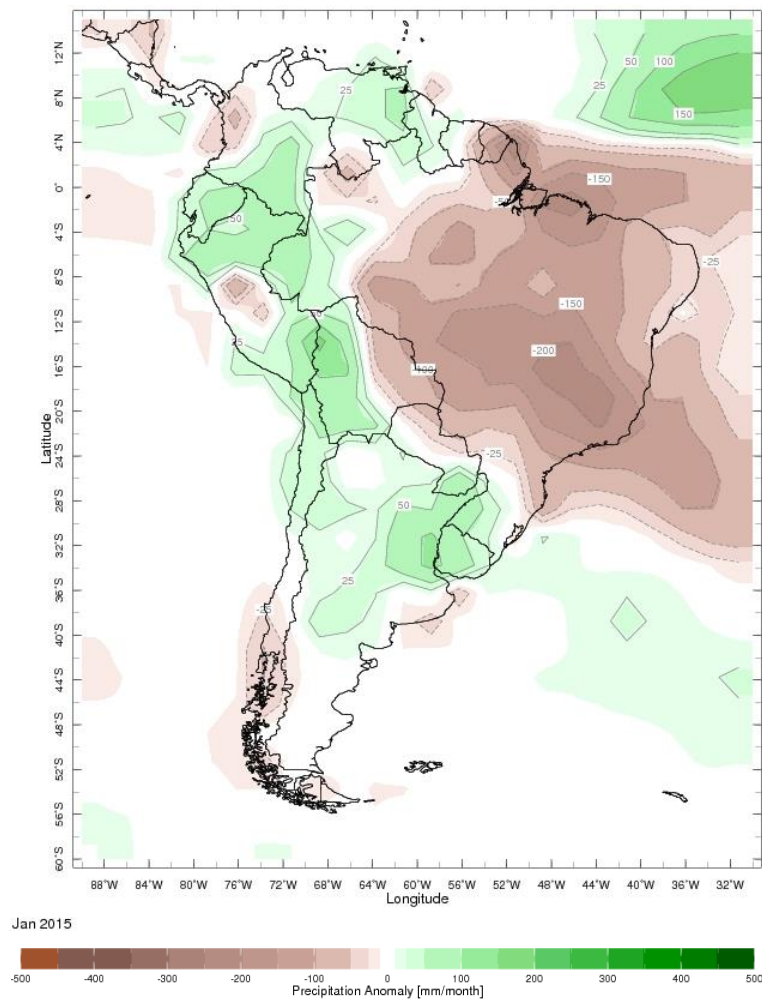


Fig. 4: Anomalías de precipitación (mm/mes) para el mes de enero de 2015. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base de los promedios mensual de 1979 a 2000. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

b) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

Durante el periodo de 01 hasta 31 de enero 2015, según datos de TRMM-RT, la magnitud de las precipitaciones estuvo por debajo de lo normal (anomalías de -5 mm/día en promedio) en algunas regiones del sureste y noreste de la cuenca Amazónica (Fig. 5). Por otro lado, se evidencian anomalías positivas de precipitación intensas (anomalías de 10 mm/día en promedio) en gran parte de la Amazonía colombiana, ecuatoriana, peruana y boliviana, asimismo, predominan anomalías positivas de precipitación en la región central de la cuenca Amazónica, el cual es coherente con las convergencias de flujo de humedad en esta región (Fig. 3).

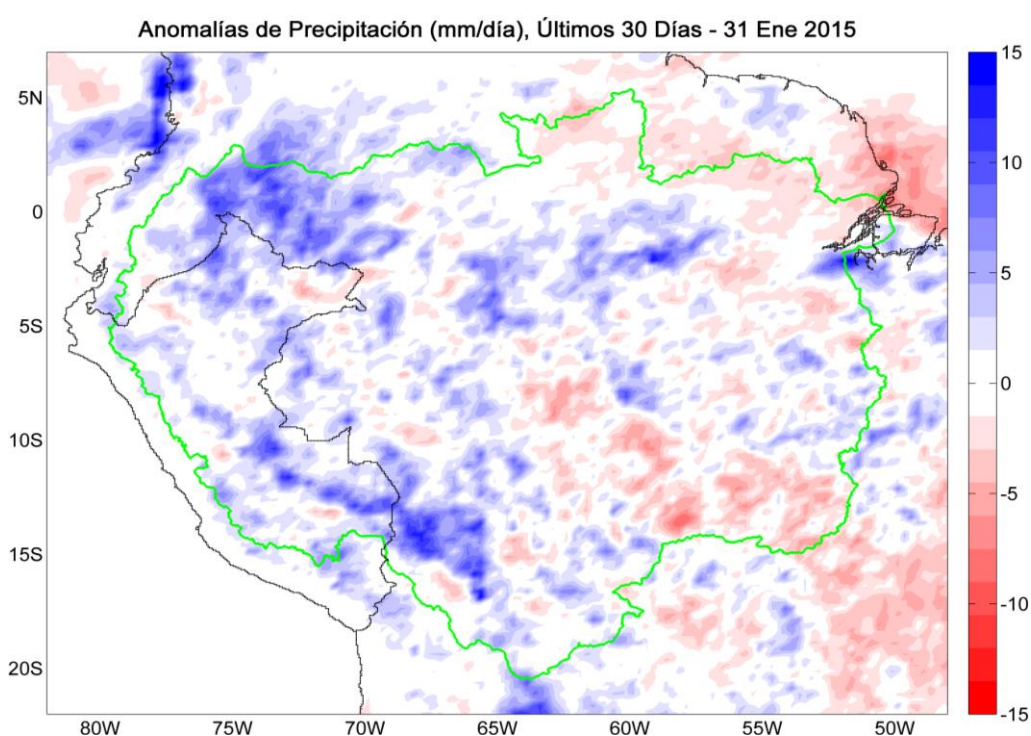


Fig. 5: Anomalías de precipitación en mm/día para enero de 2015. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2002-2013. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

En resumen, ambas fuentes de datos de precipitación (IRI y TRMM-RT) muestran dominio de anomalías positivas de precipitación al oeste de la cuenca Amazónica (principalmente en la Amazonía colombiana, ecuatoriana, peruana y boliviana) que discrepan con las divergencias de flujos de humedad de esta región. Por otro lado, anomalías negativas de precipitación son observados en el extremo sureste de la cuenca Amazónica. La información de precipitación durante enero 2015 muestra un marcado dipolo con abundantes lluvias en la región que va del oeste Amazónico hasta el sudeste de Sudamérica (cuenca del río de La Plata) y déficit de

precipitación en la región de la Zona de Convergencia del Atlántico sur. Estas condiciones también fueron reportadas durante el inicio del 2014 (Espinoza et al., 2014).

V. Análisis de las Previsiones

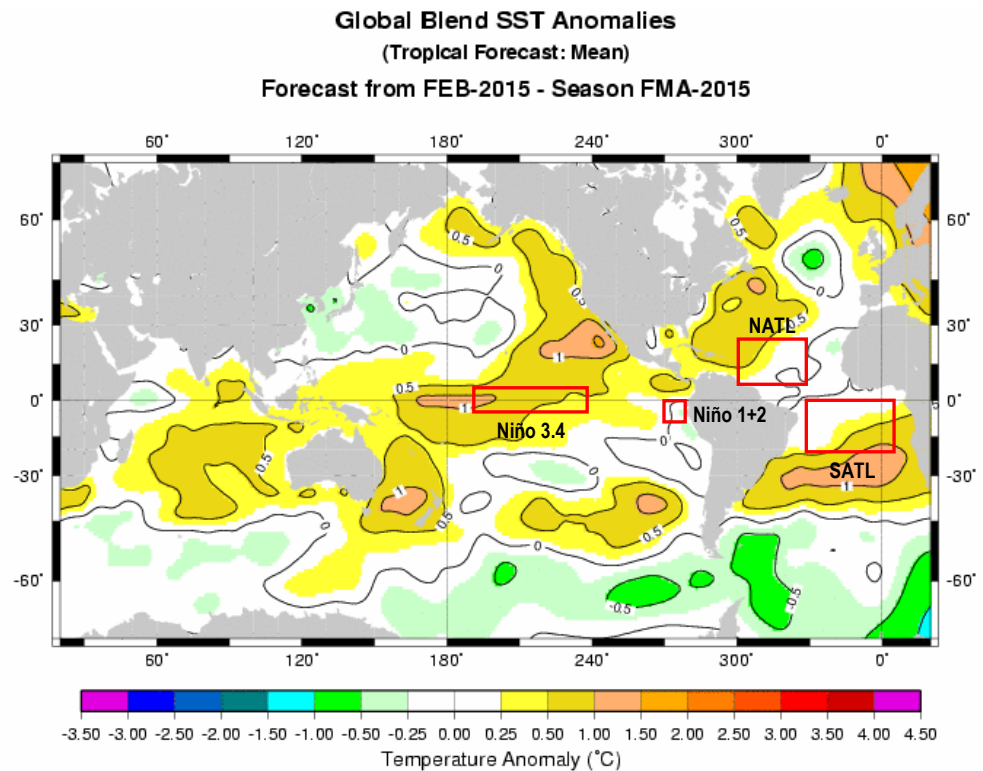
En esta sección se analizan los pronósticos de las anomalías de temperatura superficial del mar en las regiones más relevantes (Niño 3.4, Niño 1+2, NATL y SATL). Además, se analizan las anomalías de precipitación para los próximos 03 meses, que corresponden a la temporada de intensificación de las lluvias 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). Asimismo, 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).

a) Pronóstico de la TSM a nivel Global

Según el reporte del IRI, los pronósticos de anomalías de TSM, para el trimestre febrero-abril (FMA) de 2015, proyectan condiciones cálidas débiles para la región Niño 3.4 (dominio de color amarillo oscuro en Fig. 7) y condiciones neutrales para la región Niño 1+2 (dominio de color blanco claro en Fig. 7). Asimismo, el Comunicado Oficial ENFEN N° 02-2015 (enero) manifiesta que, para los próximos dos meses, en la región Niño 1+2, los modelos numéricos globales indican condiciones neutras. Mientras tanto, para la región Niño 3.4 indican condiciones cálidas débiles.



IRI 2015 Feb 2 15:29:43

Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (°C) a nivel global, para el trimestre febrero-abril (FMA). Rectángulos rojos indican regiones de análisis. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

Para la región del Atlántico tropical norte (NATL) se prevén anomalías de TSM neutras en promedio (región parcialmente de color blanco y amarillo pálido, ver Fig. 7) para el trimestre FMA. Asimismo, para la región del Atlántico tropical sur (SATL) pronostican anomalías de TSM neutras a ligeramente cálidas (región parcialmente de color blanco y amarillo oscuro, ver Fig. 7). Cabe resaltar que las anomalías positivas de TSM persistirían en la región subtropical del Atlántico Sur (regiones con anomalías positivas de más de 1.0°C, extendido longitudinalmente, ver Fig. 7). Según se reportó en el verano 2014, las altas temperaturas en la región del Atlántico subtropical Sur produjeron un intenso ingreso de flujo de humedad hacia la cuenca de Madre de Dios y Beni (para más detalles ver Espinoza *et al.*, 2014).

b) Pronóstico de la Región El Niño 3.4

Según 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 (FMA), presentarían según el ensamble de los modelos, condiciones cálidas débiles (TSM sobre el promedio climatológico con 0.55°C en promedio, ver Fig. 8). Las proyecciones mantendrían una tendencia ligeramente positiva hasta el mes de agosto del año 2015 sobrepasando 1°C , para luego tomar una tendencia negativa, ver Figura 8.

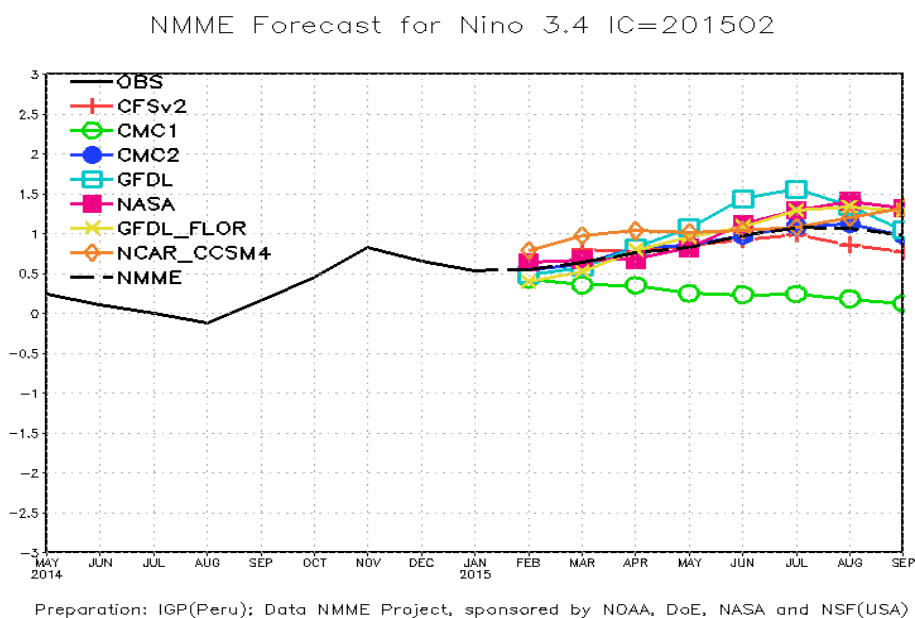


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N - 5°S , 120°W - 170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de enero 2015. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

c) Pronóstico de la región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP elaborados con datos del NMME, los modelos ensamblados de pronósticos de fines de enero 2015 pronostican que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical norte (NATL) para el próximo trimestre febrero-abril (FMA) mostrarían condiciones neutrales (TSM cercanas al promedio climatológico, ver Fig. 9). Sin embargo, las proyecciones mostrarían ligeras anomalías positivas de TSM de alrededor de 0.1 en promedio en los meses de abril y mayo. La tendencia es positiva hasta el mes de setiembre alcanzando un valor de 0.25°C , pero en el rango de las condiciones neutrales.

NMME Forecast for NATL IC=201502

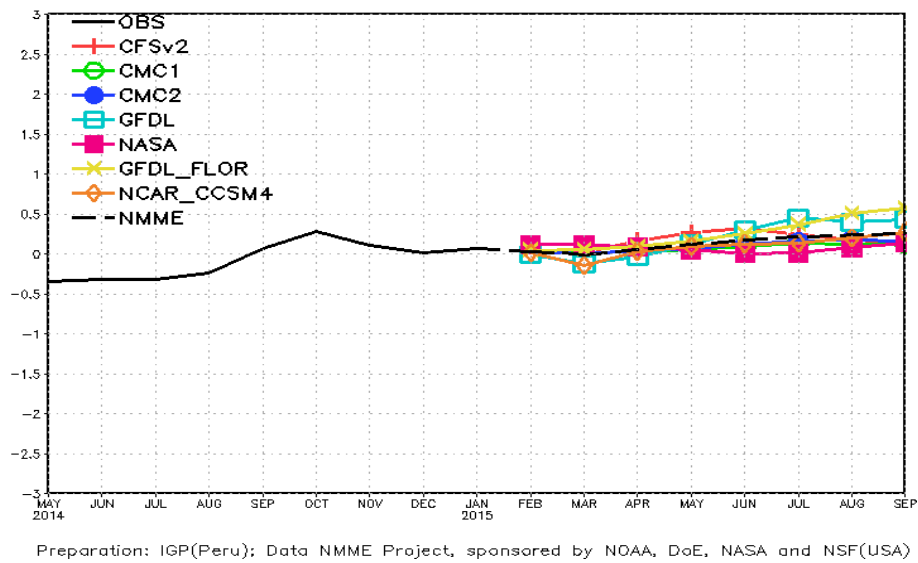


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de enero 2015. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

Según el reporte del CPTEC, los pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses febrero-abril (FMA) 2015 con datos observados de fines de enero, mostrarían anomalías negativas de precipitación en gran parte de la cuenca Amazónica, con valores de hasta -4 mm/día, concentrados con mayor intensidad en la región noreste (cercana a la desembocadura) de la misma (Fig. 10).

Sin embargo, a lo largo de la Cordillera de los Andes peruanos y bolivianos se muestra una distribución de lluvias por arriba de lo normal con magnitudes inferiores a 4 mm/día (color celeste/azul/morado en la Figura 10). Asimismo, en forma localizada en la región central de la cuenca Amazónica presentarían anomalías sobre lo normal (valores inferiores a 2 mm/día).

En general, se observarían anomalías de precipitación por debajo de lo normal en gran parte de la cuenca Amazónica. Sin embargo, en la zona alta (nacientes de los principales ríos) de la Amazonía peruana y boliviana, se observarían anomalías positivas de precipitación (Fig. 10).

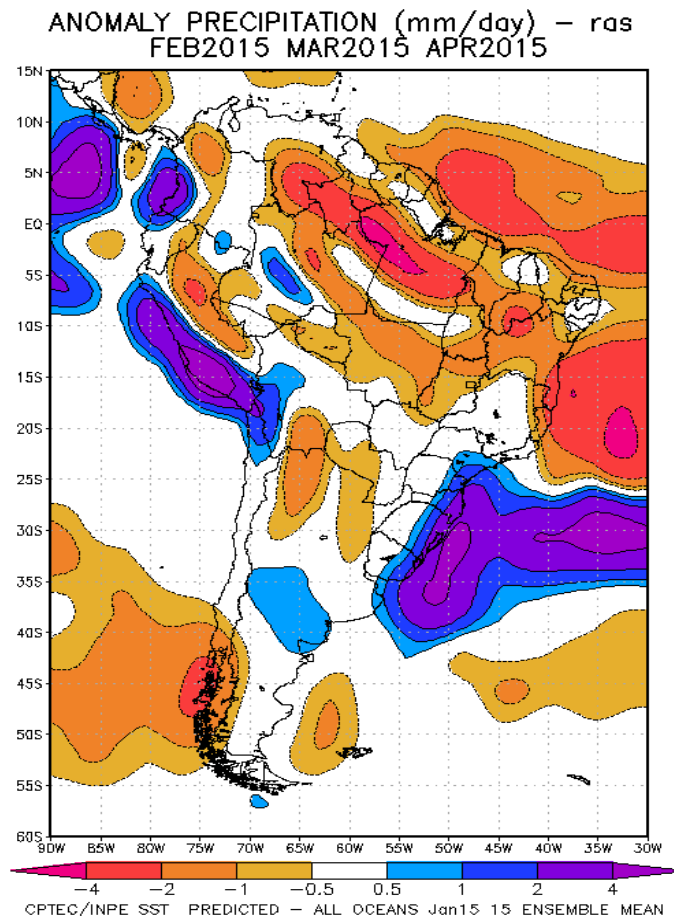


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para los meses de FMA del 2015 en América del Sur, con datos observados del mes de enero. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

Durante el mes de enero 2015, la TSM en el Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 presentó condiciones cálidas débiles (anomalías positivas de TSM de 0.5°C). Asimismo, la región Niño 1+2 presentó condiciones neutras (ligeras anomalías negativas de TSM de -0.4°C). Por otro lado, el Atlántico tropical norte (NATL) presentó condiciones neutras (ligeras anomalías positivas de TSM de 0.1°C), similarmente, la región del Atlántico tropical sur (SATL) mostró ligeras anomalías positivas de TSM de 0.1°C (condiciones neutras). Por otro lado, los modelos numéricos indican que durante los próximos tres meses (FMA) se prevén condiciones neutras a cálidas débiles para la región Niño 1+2 y Niño 3.4 respectivamente. Estas anomalías han sido documentadas en el Comunicado Oficial ENFEN N° 02-2015 (enero).

En el periodo de análisis, predominaron incursión de anomalías de vientos con humedad provenientes del Atlántico tropical sur hacia el sureste de la cuenca Amazónica, intensificándose en la misma, para luego ser direccionados hacia los Andes peruanos y el norte de la cuenca de La Plata. Los flujos de humedad proveniente del Atlántico tropical norte y Mar Caribe se han visto debilitados durante el último mes. Además, se observaron convergencias de flujo de humedad en región central de la cuenca Amazónica.

Hasta fines del mes de enero 2015, se observaron dominio de precipitaciones superiores a lo normal en gran parte de la región oeste (principalmente en la Amazonía colombiana, ecuatoriana, peruana y boliviana) y parte de la región central de la cuenca Amazónica. Como ha sido indicado en informes anteriores y la nota técnica de enero 2015, se vienen observando anomalías positivas de precipitación en gran parte de la Amazonía peruana desde el mes de noviembre, lo cual ha producido desbordes de ríos en el norte de la Amazonía peruana.

Asimismo, la región central y sur de la cuenca amazónica peruana se encuentra expuesta a los vientos húmedos provenientes del Atlántico tropical Sur, lo que favorecería la presencia de lluvias intensas. Como ha sido informado en reportes anteriores y se ha venido observando en las últimas semanas, el actual periodo de aguas altas se encuentra por encima de lo normal en la parte norte de la Amazonía peruana. No obstante, es poco probable que el nivel del río Amazonas supere los valores observados en 2012.

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.). Las variables se encuentran a casi tiempo real, con escalas de tiempo diarios (precipitaciones del radar TRMM-RT y reanálisis) semanales y mensuales (TSM, índices oceánicos, circulación atmosférica).

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*.
- Espinoza J.C. Marengo J.A. Ronchail J. Molina J., Noriega L., Guyot J.L. (2014). The extreme 2014 flood in south-western Amazon basin: The role of tropical-subtropical south Atlantic SST gradient. *Environm. Res. Lett.* 9 124007 doi:10.1088/1748-9326/9/12/124007
- 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., Gorette 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.