



INFORME MENSUAL: 31 de enero de 2014

ESTUDIO DE LOS EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA PERUANA: Sistema de Alerta Cualitativo 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

Enero, 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
- 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
 - c. Pronóstico de la región Atlántico tropical Norte
 - 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 informe “Eventos Hidrológicos Extremos en la Amazonía Peruana: Sistema de Alerta Cualitativo para la Previsión”, está 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 de una herramienta 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 quinto informe mensual correspondiente al mes de enero 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 lluviosos.

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 la divergencia de flujos de humedad (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 enero las anomalías de la temperatura superficial del mar (SST) fueron débiles. En el Pacífico ecuatorial central, la región El Niño 3.4 presenta anomalías de -0.5 en promedio (Tabla 1), con una disminución respecto al mes anterior (color verde en Fig. 3). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró ligeras anomalías positivas no significativas (color blanco en Fig. 3 y 0.3 en la Tabla 1), con un ligero aumento respecto al mes anterior. En general, el Pacífico ecuatorial presenta condiciones alrededor de lo normal para la época. Estas características fueron descritas en el informe técnico ENFEN N° 01/2014 (<http://www.imarpe.pe/imarpe/>).

La región del Atlántico tropical Norte (NATL) presenta ligeras anomalías negativas de temperatura superficial del mar del orden de -0.05°C en promedio para el mes de enero (Fig. 3, Tabla 1), con una ligera disminución de 0.09°C con respecto al mes de diciembre. Asimismo, la región Atlántico tropical Sur (SATL) no presenta anomalías significativas (anomalía de -0.09 en promedio, ver Tabla 1), con una ligera disminución respecto al mes anterior.

En general, las temperaturas superficiales del mar (SST) de la región del Pacífico ecuatorial y Atlántico tropical no muestran anomalías significativas durante el mes de enero de 2014.

Olv2 Sea Surface Temperature Anomaly (°C)
January 2014

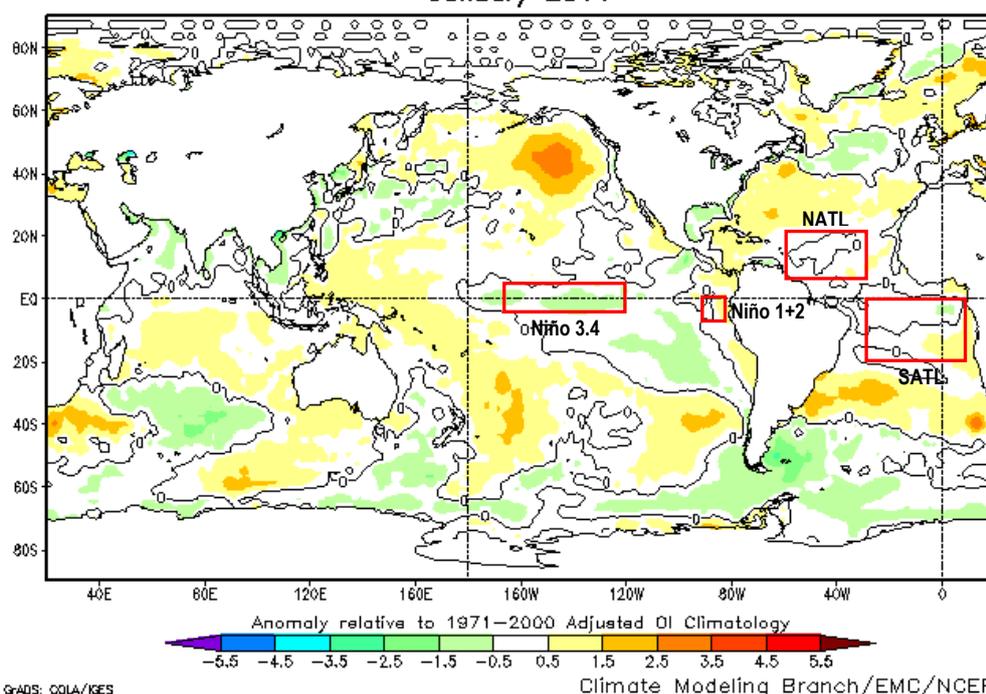


Fig. 3: Anomalías de la temperatura de la superficie del mar (SST) en °C del 01 al 31 de enero de 2014. Las anomalías son calculadas utilizando como la climatología de periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

JANUARY 2014								
MONTH	PACIFIC SST				ATLANTIC SST			
	NINO 1+2		NINO 3.4		N. ATL		S. ATL	
	0-10S	90W-80W	5N-5S	170W-120W	5N-20N	60W-30W	0-20S	30W-10E
JAN 13	-0.5	24.0	-0.4	26.2	0.4	26.3	0.1	25.7
FEB 13	-0.4	25.7	-0.4	26.3	0.3	25.8	-0.1	26.5
MAR 13	0.1	26.7	-0.2	27.0	0.5	26.1	-0.1	27.0
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

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

Al Este del Pacífico ecuatorial sobre los niveles bajos dominaron importantes anomalías de viento del Oeste, resultado de un debilitamiento de los vientos Alisios en esta región del Pacífico (Fig. 4). Asimismo, en la región tropical del Atlántico se observa un debilitamiento de los vientos Alisios, focalizado en la zona ecuatorial Este. Esta anomalía implicaría una carencia del transporte de humedad hacia la cuenca amazónica. Sin embargo, se observan vientos sobre su promedio climatológico provenientes del Atlántico tropical norte y del Mar Caribe hacia la cuenca Amazónica (Fig. 4).

En la región continental de América del Sur a 10°S de latitud, se observan ingreso de anomalías de vientos del Este provenientes del Atlántico tropical sur hacia la cuenca Amazónica (Fig. 4). Vientos cargados de humedad, intensificándose principalmente al sur de la cuenca Amazónica, con anomalías de vientos sobre su promedio climatológico, durante el mes de enero (Fig. 4). Estos vientos colisionan frontalmente con los Andes del sur de Perú y Bolivia, observándose fuertes convecciones en esta región (ver Fig. 5).

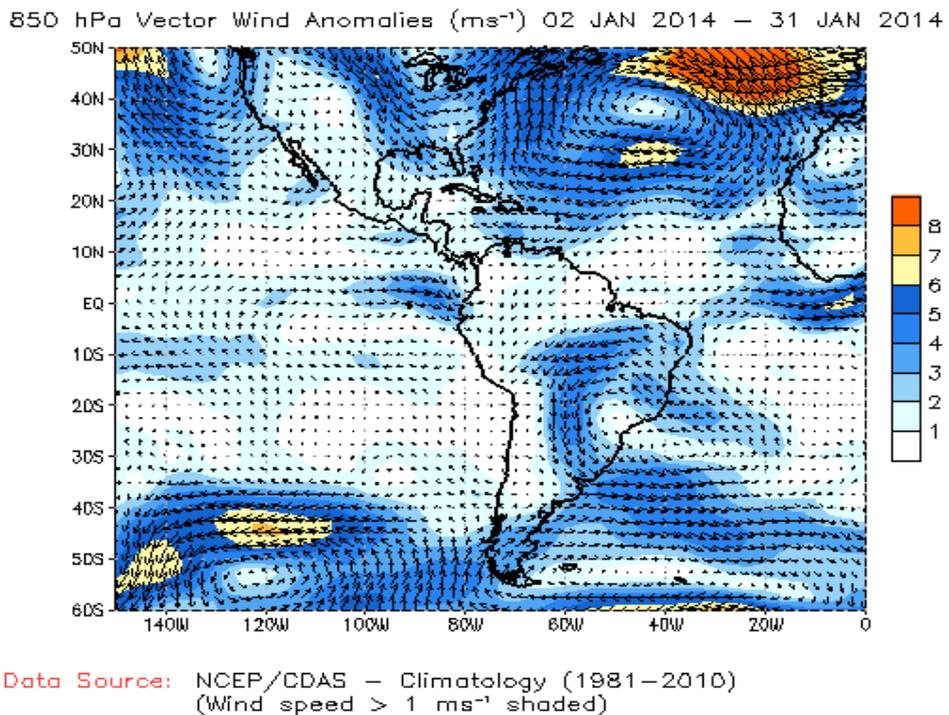


Fig. 4: Vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 02 de enero al 31 de enero de 2014). Las anomalías son calculadas utilizando como periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

c) Anomalías de Transporte de Humedad y su Divergencia

Los flujos de humedad y su divergencia son elaborados con los datos de reanálisis NCEP/NCAR de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), con una resolución espacial de 2.5°x2.5° y con resolución temporal diario, para el periodo de 25 años (1990 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 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 (Satyamurty *et al.*, 1998).

En la región este de los Andes y oeste de la cuenca Amazónica se observan considerables convergencias de flujo de humedad (Fig. 5). Asimismo, en la región tropical del océano Atlántico se observa un debilitamiento de los vientos Alisios, y algunas zonas marcadas de divergencia de flujos de humedad. Esta anomalía implicaría un déficit del transporte de humedad hacia la cuenca amazónica. En la región del sur del país parte selva (nacientes del río Ucayali y Madre de Dios) se observan convergencia de flujos de humedad, que se expande hasta Bolivia y el norte de Argentina, con anomalías de viento del noreste que se concentran sobre esta región. Esto implica precipitaciones marcadas sobre la región descrita (Fig. 5).

En la zona de la amazonia ecuatoriana, colombiana y norte de la amazonia peruana se observan convergencia de flujo de humedad que se expande hasta la zona central de la cuenca amazónica, conjuntamente se observa anomalías de viento del Este provenientes del Atlántico tropical sur (10°S) hacia la cuenca Amazónica zona sur. Además, se observan ingresos por arriba de lo normal de vientos del océano Atlántico tropical norte y del Mar Caribe hacia el norte de la cuenca amazónica peruana (Fig. 5).

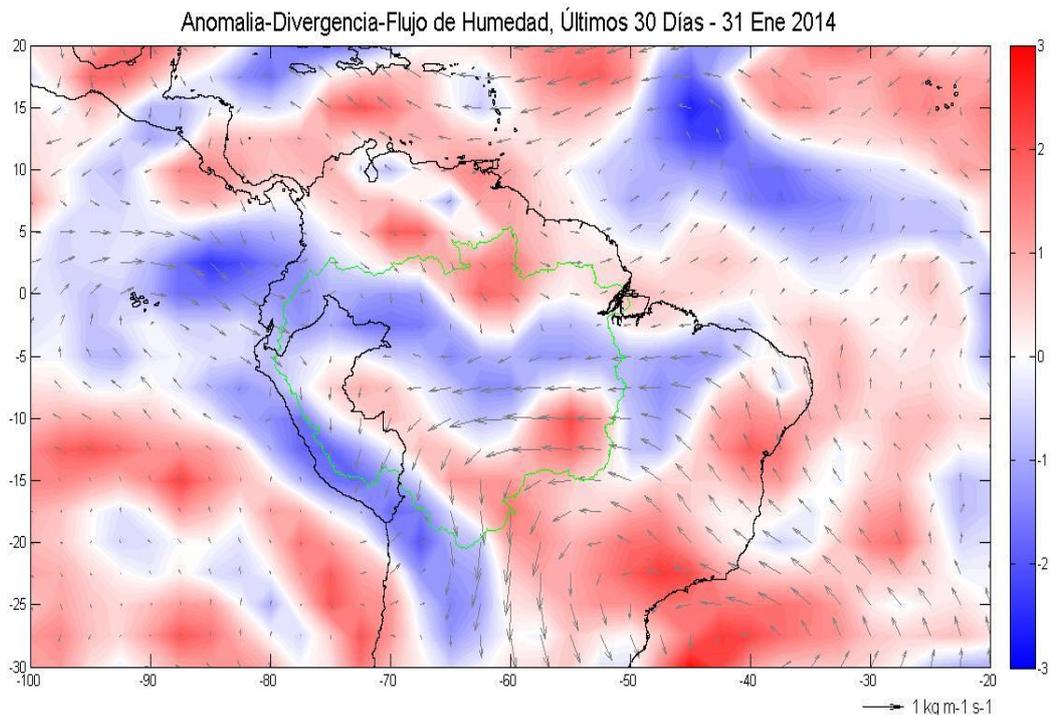


Fig. 5: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde a 01 de enero al 31 de enero 2014. Las anomalías son calculadas utilizando como periodo base los promedios de 1990 a 2013. Límites de la cuenca Amazónica (línea verde).

4.2. Análisis de Precipitaciones

Esta sección presenta el análisis de las anomalías de precipitación de dos fuentes de datos: 1) Centro de Previsión de Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC) del INPE-Brasil y 2) Radar Tropical Rainfall Measuring Mission a tiempo real (TRMM-RT), para más detalle revisar Huffman et al. (2010). Los datos (mapas) reportados por el CPTEC son anomalías de precipitación en mm para Sudamérica, mientras TRMM-RT reportan datos 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 CPTEC

En el mes de enero, según el reporte del CPTEC ocurrieron lluvias inferiores a lo normal (Anomalías superiores a -200 mm) en gran parte de la región este y sureste de la cuenca Amazónica, incluyendo casi en su totalidad la Amazonía peruana y colombiana (Fig. 6). Asimismo, ocurrieron lluvias por arriba de lo normal

(inferiores a 300 mm) al sur de la Amazonia peruana focalizada en toda la Amazonía boliviana, expandiéndose hacia el centro de la cuenca Amazónica en menor grado (Fig. 6). También, en toda la región del Ecuador las lluvias fueron excedentarias, generando anomalías inferiores a 200 mm (Fig. 6). Las anomalías positivas de lluvias del sur del país y la Amazonia boliviana, son coherentes con las incursiones intensificadas de flujos de humedad del Atlántico tropical sur hacia el sur de la cuenca Amazónica, observadas durante el mes de enero (Fig. 5).

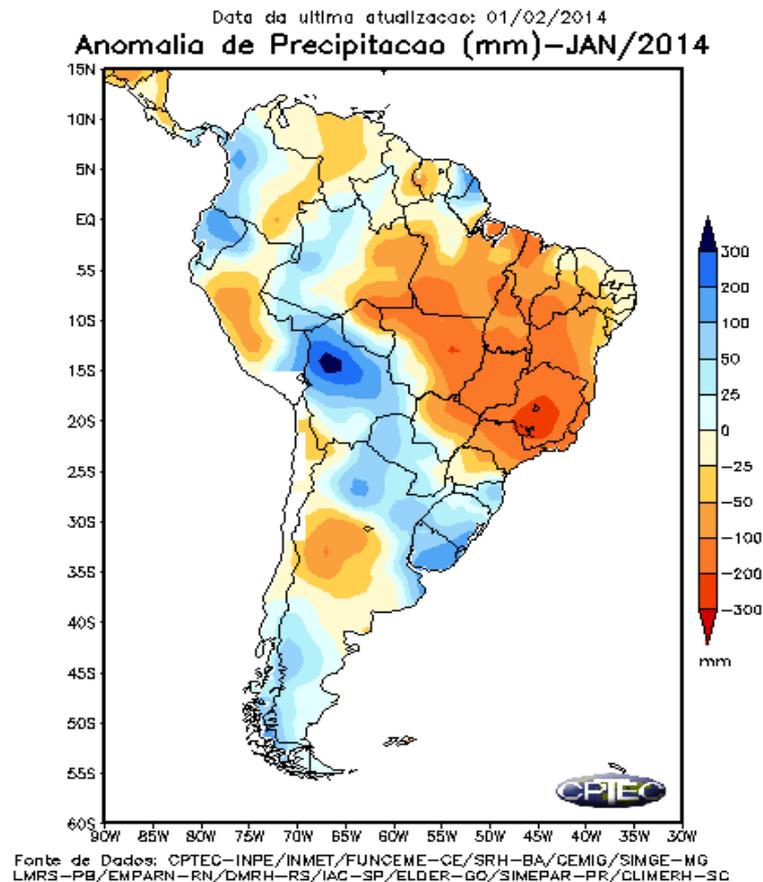


Fig. 6: Anomalías de precipitación (mm) para el mes de enero de 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base de los promedios mensual de 1979 a 1995. Fuente: Centro de Previsión de Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC) del INPE-Brasil.

b) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

En enero la magnitud de las precipitaciones según los datos de TRMM-RT, estuvo por debajo de lo normal (anomalía negativas superiores a -100% en promedio) en gran parte de la región norte, centro y este de la cuenca Amazónica. Además, se observan déficit de lluvias en la Amazonia ecuatoriana. De acuerdo con la Figura 7,

las anomalías positivas inferiores a los 120% se muestran en todas las regiones de la Amazonia peruana, pero focalizadas al sur de la misma y la Amazonia boliviana, incluyendo la zona norte de Chile. En la parte norte de la Amazonia peruana, se observan anomalía de precipitación por encima de la media climatológica, puntualizadas en algunas regiones (Fig. 7). Estas anomalías corresponden al periodo de 01 a 31 de enero 2014.

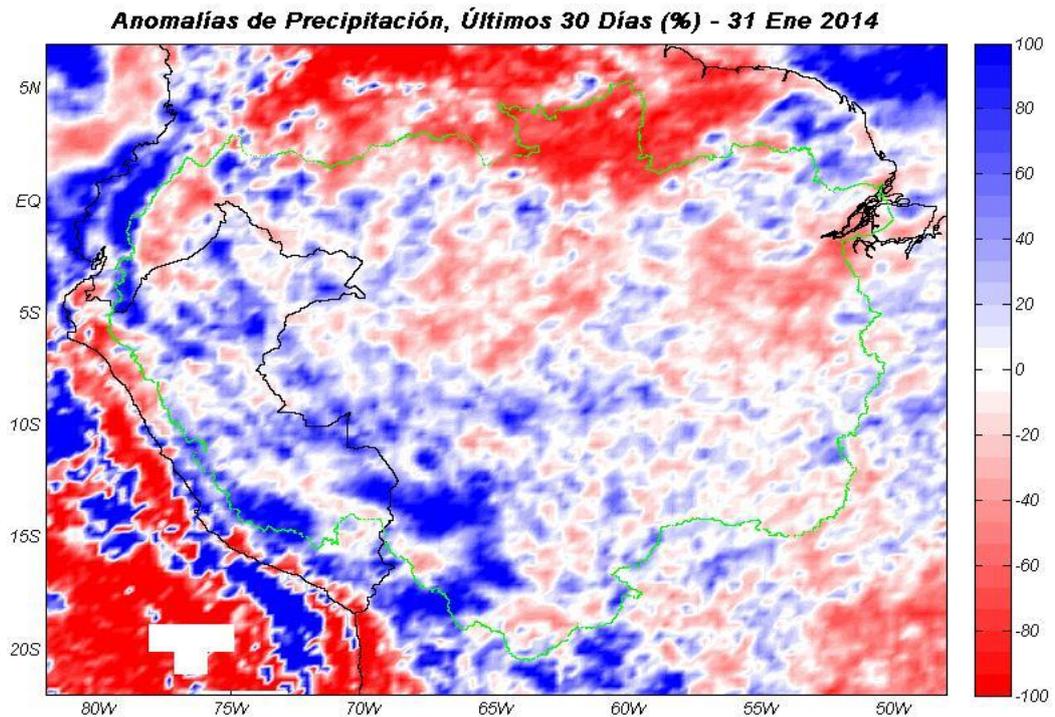


Fig. 7: Anomalías de precipitación en porcentaje (%) para el mes de enero 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2002-2013. Límites de la cuenca Amazónica (línea verde).

En conclusión, ambas fuentes de datos de precipitación (CPTEC y TRMM-RT) muestran anomalías de precipitación negativas en gran parte de la zona central y este de la cuenca amazónica y positivas (CPTEC y TRMM-RT) al sur de la Amazonia peruana y en la toda la región Amazónica boliviana, así como en la Amazonia ecuatoriana.

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 a la temporada de lluvias en la región de la Amazonía peruana. Los reportes provienen de las agencias internacionales de pronóstico del clima.

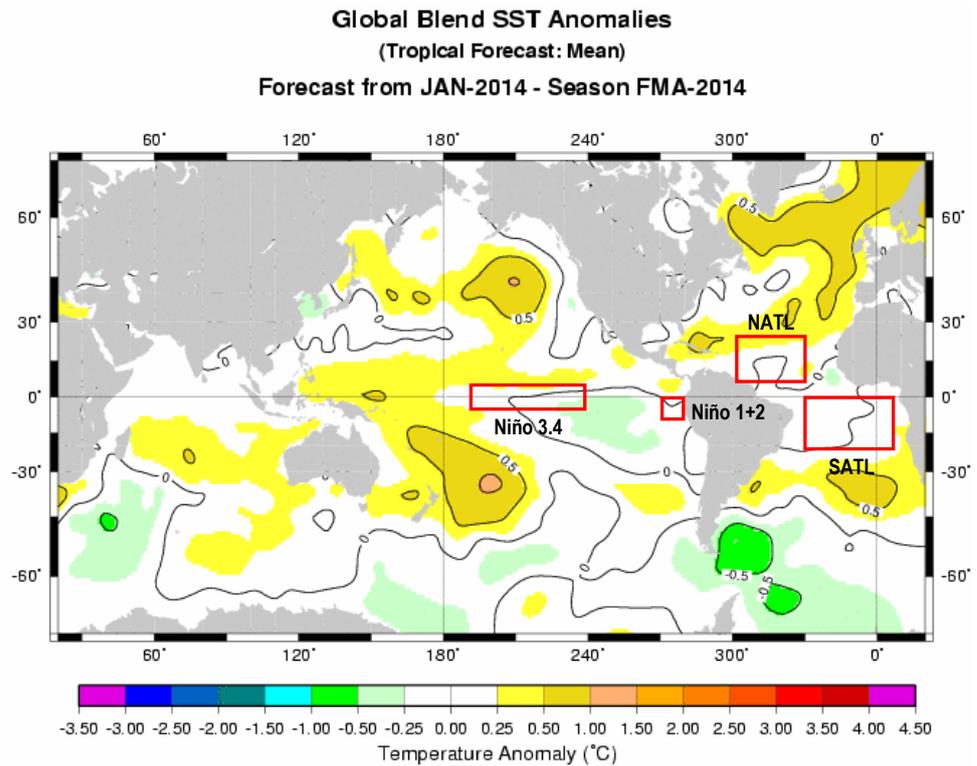
5.1. Análisis de la Temperatura Superficial del Mar

Esta sección contiene el análisis de los pronósticos de la anomalía de temperatura superficial del mar, desarrollados por el International Research Institute for Climate and Society (IRI) a nivel global y elaborados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el marco del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), a nivel regional, específicamente para las regiones de El Niño. El análisis fue realizado para las regiones de interés (Niño3.4, Niño1+2, NATL y SATL).

a) Pronóstico de la SST a nivel Global

Según el reporte del IRI, los pronósticos de la SST, para el periodo de febrero a abril de 2014 continúan proyectando condiciones ligeramente neutrales de anomalías de SST en la región Niño 3.4 (color blanco en Fig. 8) para los próximos tres meses (JFM). Asimismo, en la región Niño1+2 y a lo largo de la costa peruana, las anomalías de SST permanecerán cercana a cero durante el verano 2014, los mismos son corroborados por las perspectivas del ENFEN en el Informe Técnico N° 01/2014 (Fig. 8 y 9).

Para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se pronostican anomalías de temperatura superficial del mar para los próximos 3 meses ligeramente sobre el promedio (anomalías positivas inferiores a 0.5°C). Asimismo, para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) pronostican anomalías neutrales (valores cercanos a cero) de SST. En general, se presentaran anomalías cercanas a las condiciones normales (color blanco en Fig. 8).



IRI 2014 Jan 2 11:21:40

Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar a nivel global. Rectángulos rojos indican regiones de interés. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

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, serán cercanas a cero (SST cerca al promedio climatológico), ver Fig. 9. La mayoría del conjunto de modelos de pronósticos acoplados de fines de enero 2014 pronostican poca probabilidad de condiciones de El Niño o La Niña para los próximos 3 meses, correspondiente a los meses de FMA (Fig. 9).

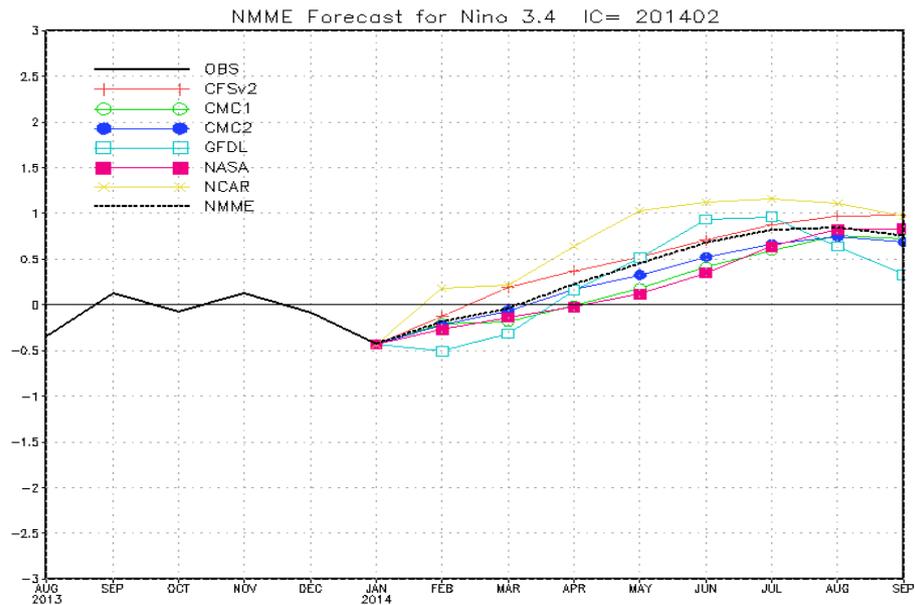


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (SST) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de enero 2014. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

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 (región NATL) indica que durante los próximos 03 meses persistirá una condición cercana a cero (SST cerca al promedio climatológico, pero por debajo de la misma), ver Fig. 12. La mayoría del conjunto de modelos de pronósticos acoplados de fines de enero 2014 pronostican condiciones de anomalías negativas de SST de hasta -0.4 para los próximos 4 meses (Fig. 10).

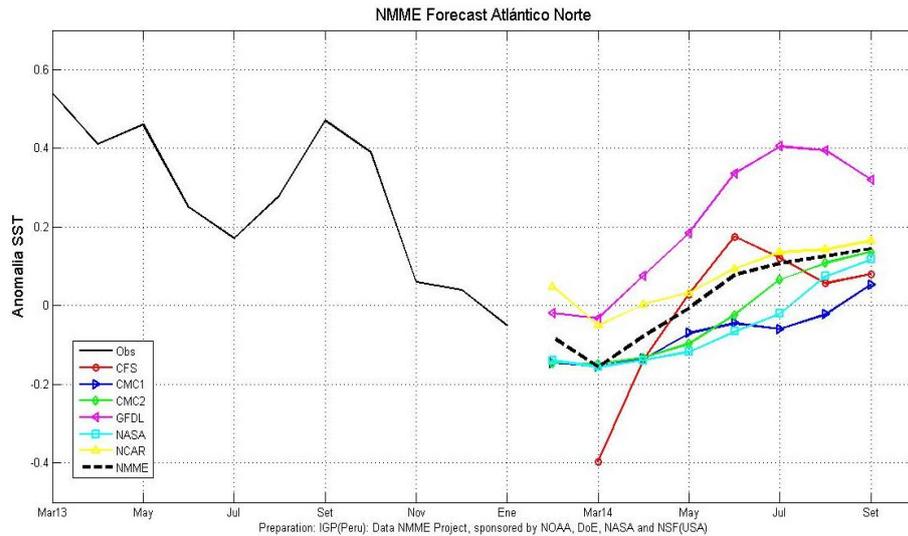


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (SST) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones a mediados de noviembre 2013. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

El pronóstico de la distribución de las anomalías de precipitaciones en la región de la cuenca Amazónica para los próximos meses de febrero a abril 2014 muestra anomalías negativas en gran parte de la cuenca Amazónica (Fig. 11). Se observan anomalías negativas de lluvias superiores a -4 mm/día focalizadas en la zona noreste de la cuenca, asimismo, se observan anomalías negativas superiores a -2 mm/día en casi toda la región Amazónica peruana. Sin embargo, se observan anomalías positivas de precipitación en menor grado en algunas regiones centrales de la misma. De igual modo, se observan anomalías positivas focalizadas al sur del país, norte de Chile y al oeste de Bolivia que se expanden tanto al norte y sur de la región descrita, con una magnitud inferiores a 4 mm/día (ver Fig. 11).

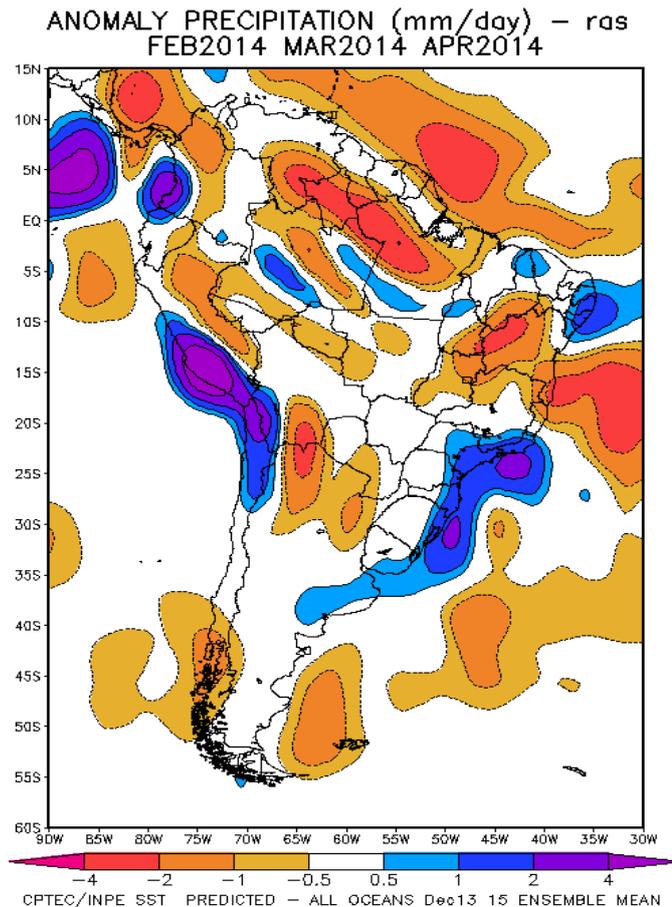


Fig. 11: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método ras para los meses de FMA del 2014 en América del Sur. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

Se sigue actualizando la base de datos de las variables climáticas e hidrológicas, 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 y Atlántico tropical, presentan condiciones normales a la fecha, excepto la región de El Niño 3.4 que se observó anomalía de SST de -0.5. Sin embargo, los pronósticos indican que durante los próximos meses persistirán condiciones cercanas al promedio climatológico. Además, los pronósticos numéricos indican para los próximos tres meses, una baja probabilidad de condiciones El Niño o La Niña en las regiones Niño 3.4, y Niño 1+2. Para la región del

Atlántico tropical norte los modelos proyectan condiciones normales con anomalías ligeramente negativas.

Durante el mes de enero 2014 se ha observado convergencia de flujo de humedad considerable en toda la parte sur de nuestro país expandiéndose hasta el norte de Argentina a razón del ingreso de vientos del océano Atlántico tropical sur hacia el sur de la cuenca Amazónica. Asimismo, se observan flujos de humedad por encima de la climatología pero en menor grado provenientes del Atlántico tropical norte y del Mar Caribe hacia la cuenca Amazónica. Estas anomalías implican las fuertes precipitaciones al sur de la cuenca del río Madre de Dios y en la Amazonía boliviana.

En general, las condiciones actuales de la distribución de anomalías de precipitación para el mes de enero son deficitarias con respecto a su climatología en la región este, central y norte de la cuenca del Amazonas. Sin embargo, se observan las precipitaciones por arriba de la climatología en toda la Amazonia peruana, puntualizados en mayor grado sobre algunas zonas, resaltando las regiones de las nacientes de los ríos Ucayali y Madre de Dios, expandiéndose hacia la amazonia boliviana. Según los pronósticos mencionados, se esperan anomalías negativas de precipitaciones durante el trimestre Febrero-Marzo-Abril 2014 en gran parte de la Amazonía peruana. Las anomalías positivas de precipitación y de ingreso de flujo de humedad sugieren caudales más elevados de lo normal en los principales ríos Amazónicos peruanos (Marañón, Huallaga, Ucayali y Amazonas). Sin embargo, no existen evidencias de que estos caudales alcancen magnitudes excepcionales como en los años 2009, 2011 ó 2012.

Se sugiere seguir monitoreando las condiciones hidroclimáticas actuales y proyectadas, teniendo en cuenta que estamos en los meses de temporada de lluvias y de creciente 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*.
- 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.