



Servicio
Meteorológico
Nacional

Evaluación de estimaciones de precipitación por satélite para su utilización en seguros agropecuarios

Nota Técnica SMN 2017-43

María Paula Hobouchian¹ y Yanina García Skabar^{1,2}

¹ *Departamento de Investigación y Desarrollo, Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación*

² *CONICET*

Octubre 2017

Información sobre Copyright

Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.

La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.

Resumen

Este trabajo se realizó en el marco de la implementación de un seguro paramétrico para tambos contra eventos extremos por exceso o déficit de precipitación. Esta cobertura busca gestionar riesgos climáticos a partir de un índice de precipitación relacionado con las pérdidas económicas y calcular la indemnización correspondiente.

En Argentina, la utilización de este tipo de seguros está limitada por restricciones reglamentarias y por la cobertura insuficiente e irregular de la red de observaciones de precipitación en superficie. Esta última problemática, motivó el análisis de la posibilidad de utilizar las estimaciones de precipitación por satélite para cubrir las regiones que no cuentan con observaciones convencionales de precipitación en el centro del país. De este modo, se propuso realizar una validación de dos productos satelitales utilizados actualmente a partir de la comparación con las observaciones pluviométricas disponibles y el cálculo de distintos índices estadísticos.

Esta evaluación permitió conocer la calidad de estos datos satelitales en los periodos de interés establecidos. La magnitud de los errores encontrados, la dispersión de los datos y las diferencias variables en la comparación puntual con las estaciones meteorológicas disponibles, no condujeron a una aplicación recomendable en este caso. Este análisis, muestra la necesidad de estudiar distintas metodologías de comparación y combinaciones con otras fuentes de información, que permitan utilizar las estimaciones de precipitación por satélite en seguros agropecuarios.

Abstract

This work was performed as part of the implementation of a parametric insurance for dairy farmers against extreme events in precipitation excess or deficit. This insurance coverage seeks to manage climate risks by using a precipitation index related to economic losses as a means to calculate the corresponding compensation.

In Argentina, the use of this type of insurance is limited by regulatory restrictions and by the insufficient and irregular coverage of surface precipitation observations. This last issue led to the analysis of the possibility of using satellite precipitation estimates to cover areas without conventional precipitation observations in the central region. Thus, a validation of two currently used satellite products was carried out against available precipitation observations and through the calculation of different statistical indices.

This evaluation allowed to establish the quality of these satellite data in the periods of interest. The magnitude of the errors, the dispersion of the data and the differences in the comparison with the available meteorological stations, were large enough to disregard its application for this particular use. This analysis shows the need for further studying different methodologies and combinations with other sources of information to allow for a fruitful use of satellite precipitation estimates in agricultural insurance.

Palabras clave: validación, precipitación, productos satelitales, seguros paramétricos.

Citar como:

Hobouchian, M.P., y Y. García Skabar, 2017: Evaluación de estimaciones de precipitación por satélite para su utilización en seguros agropecuarios. Nota Técnica SMN 2017-43.

1. INTRODUCCIÓN

Los eventos extremos de precipitación producen daños que abarcan extensas regiones en las que se desarrolla la producción lechera, poniendo en riesgo las empresas de este sector, y perjudicando la economía de los países afectados. El seguro paramétrico es una herramienta para gestionar riesgos climáticos que a partir de un índice relacionado con las pérdidas sufridas calcula la indemnización correspondiente. En este sentido, se viene trabajando recientemente en una propuesta de cobertura paramétrica en la producción lechera contra eventos adversos de precipitación (Gallacher et al., 2015; Gastaldi et al., 2011; Gastaldi et al., 2009; Galetto et al., 2011). Esta cobertura planea ser implementada en forma regional o provincial, y utiliza el índice de precipitación estandarizado (IPE) como indicador de la ocurrencia de eventos extremos de precipitación. Este índice es estimado y publicado operativamente por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para todas sus estaciones meteorológicas. El IPE se calcula mensualmente y refleja variaciones de la precipitación acumulada mensual (o mayor escala temporal) respecto a la normal de una serie histórica determinada. De esta manera, el IPE permite realizar un seguimiento de la ocurrencia de eventos de déficits o excesos de precipitación en distintas escalas temporales, pero no es un indicador directo de intensidad (mm/hora) ni de anegamiento (agua en superficie). El seguro paramétrico cubriría eventos extremos de precipitación asociados a valores de $IPE \geq |2|$. Los excesos de precipitación serían monitoreados con un IPE de escala corta de 3 meses, y se usaría una escala mayor de 6 meses para los eventos de déficit. Estos eventos se supone exceden la capacidad de gestión de este riesgo por parte del productor tambero y existiría el derecho a percibir una indemnización que contempla el tipo de evento y se calcula como un porcentaje de la producción mensual de leche asegurada.

En Argentina, la utilización de seguros paramétricos está limitada debido a las restricciones que impone el marco regulatorio actual. A su vez, la red de estaciones meteorológicas no cubre toda la geografía nacional y tiene limitaciones de mantenimiento y frecuencia de las observaciones. Esta última problemática, motiva la utilización de estimaciones de precipitación por satélite por parte de múltiples usuarios, y la necesidad de conocer la calidad de este tipo de productos. En los últimos años, se documentó en diversos trabajos la validación de las estimaciones de precipitación por satélites disponibles y más utilizadas en el sur de Sudamérica (Salio et al., 2015; Hobouchian et al., 2017 a, b).

La posibilidad de cubrir la información pluviométrica insuficiente con datos satelitales en el marco de la implementación de un seguro paramétrico para tambos contra eventos extremos de precipitación, motivó el desarrollo de este trabajo exploratorio. El objetivo se centró en realizar una validación de dos estimaciones de precipitación por satélite sobre el centro de Argentina. Los productos satelitales utilizados derivan de la misión para la Medición de la Precipitación Global (GPM por sus siglas en inglés) y se presentan con mayor detalle en la sección 2.

2. DATOS

Las estimaciones de precipitación operativas más actuales que se consideraron en este trabajo provienen de la misión GPM. Estos datos integran la información satelital, calibran, e interpolan estimaciones de precipitación de microondas e infrarrojas, precipitación pluviométrica y otras potenciales estimaciones en forma óptima. Se consideraron las siguientes estimaciones que tienen una resolución espacial de 0.1° y una cobertura global (60°N-S):

1) Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM (IMERG, Huffman et al., 2015) de la agencia espacial estadounidense (NASA por sus siglas en ingles) en su versión "Late Run". Esta estimación tiene una resolución temporal de 30 min y aproximadamente 18 horas de retraso, disponible desde abril de 2015.

2) Global Satellite Mapping of Precipitation product (GSMaP, Okamoto et al., 2005) de la agencia espacial japonesa (JAXA por sus siglas en ingles) en su versión "near real time". Esta estimación tiene una resolución temporal de 1 hora y aproximadamente 4 horas de retraso, disponible desde octubre de 2008.

Para evaluar la calidad de estos datos satelitales, se utilizaron los datos pluviométricos disponibles en tiempo operativo de la red de estaciones meteorológicas del SMN para la región de estudio que se observa en la Figura 1. Estos datos observados en superficie, se comparan con el punto más cercano de la retícula de las estimaciones.

La validación de las estimaciones se realizó en el área central de Argentina que se muestra en la Figura 1 y comprende la región entre 29°S - 36°S , 65°O - 60°O . Se calculó la precipitación acumulada en 3 periodos de interés correspondientes al verano para cada año de datos disponible. Los periodos establecidos son: periodo 1 (P1) del 16 al 31 de diciembre; periodo 2 (P2) del 1 al 31 de enero y periodo 3 (P3) del 1 al 28 ó 29 de febrero.

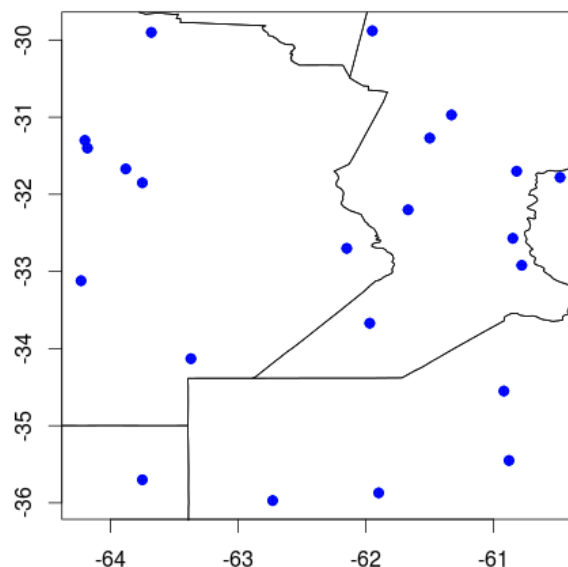


Fig. 1: Región de estudio y red de estaciones meteorológicas disponible.

3. METODOLOGÍA

Para realizar este análisis, se calcularon en primer lugar, los mapas de precipitación acumulada para cada estimación y periodo de cada año disponible con la tabla de datos correspondiente. En la Figura 2, se muestra como ejemplo el mapa del periodo 2 del año 2016 para ambas estimaciones.

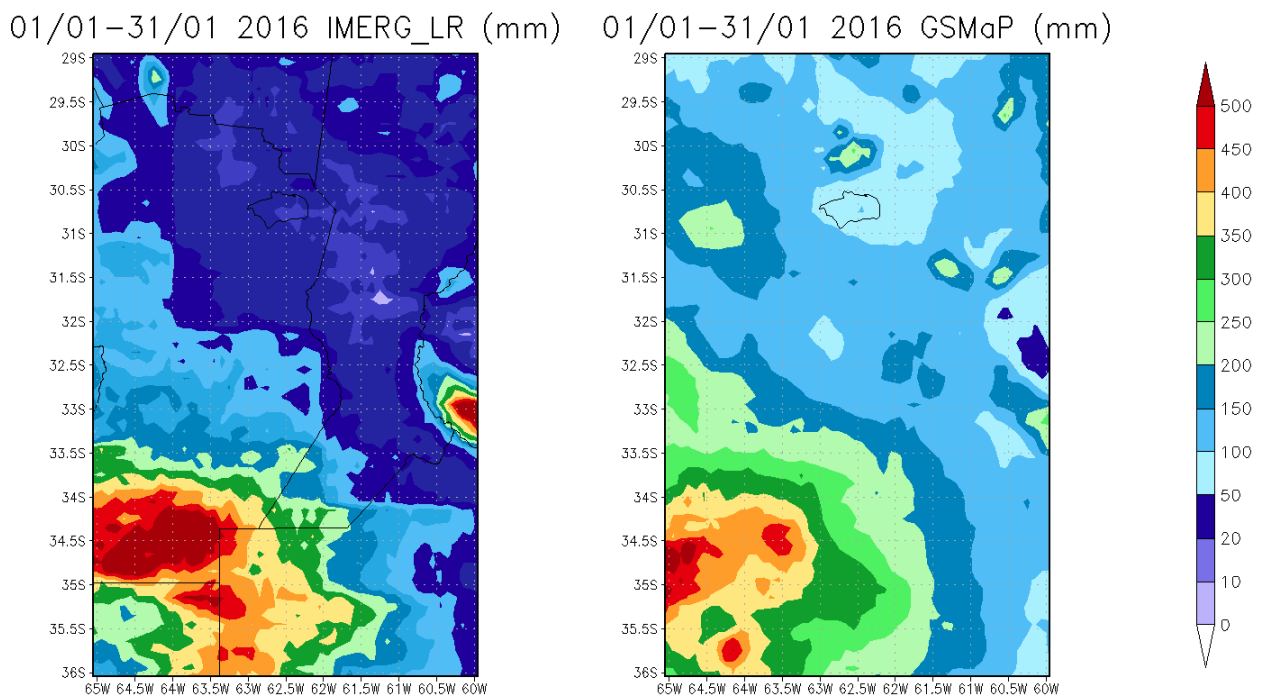


Fig. 2: Mapas de precipitación acumulada para el P2 de 2016 de IMERG (panel izquierdo) y GSMaP (panel derecho).

Para realizar series de comparación, se calcularon tablas para cada estimación y periodo como la que se muestra en la Tabla I con la ubicación (latitud-longitud) de cada estación, la precipitación acumulada observada y estimada y la cantidad de días con datos faltantes.

Luego, con esta información se obtuvieron las series para cada estación disponible sin considerar los valores de precipitación acumulada con datos faltantes en los cálculos. En la Figura 3, se presenta la serie de datos correspondiente a la estación de Córdoba Aero (31.3°S-64,2°O) como ejemplo, que compara la precipitación acumulada observada y estimada por IMERG y GSMaP en los periodos P1, P2 y P3 de cada año.

Tabla I: Información disponible para cada estación y GSMaP en el P2 de 2016.

lat	lon	obs	est	na
32.07	60.65	0.00	58.00	29
29.90	63.68	92.20	134.69	0
29.88	61.95	111.80	82.23	0
31.30	64.20	135.20	152.71	0
31.40	64.18	93.50	172.93	0
31.45	64.27	0.00	170.76	27
31.67	63.88	64.30	157.83	0
30.97	61.33	59.00	118.72	0
31.27	61.50	66.00	144.34	0
31.70	60.82	80.00	113.71	2
31.78	60.48	50.00	52.72	0
33.12	64.23	144.50	209.61	0
32.70	62.15	152.90	138.62	0
33.67	61.97	128.00	201.80	0
32.20	61.67	166.50	151.55	1
32.92	60.78	72.00	127.99	0
35.70	63.75	210.00	349.43	0
34.13	63.37	330.60	367.78	0
35.97	62.73	110.70	233.65	0
35.87	61.90	108.20	213.33	0
34.55	60.92	71.80	146.99	0
35.45	60.88	46.50	152.37	0

Para la validación, se obtiene el esquema estadístico de las Figuras 4, 5, y 6, sin considerar los valores de precipitación acumulada con datos faltantes en los cálculos para los años coincidentes de GSMaP e IMERG (2015-2017). Se realizaron los cálculos para los periodos P1, P2 y P3 determinados y también se obtuvieron resultados para el periodo más largo disponible solo para GSMaP (estos últimos resultados no se presentan en este trabajo).

Las figuras incluyen el diagrama de dispersión, la distribución de probabilidad del volumen de precipitación, conocida como PDF volumétrica (Amitai et al., 2012), y los resultados de los estadísticos en el panel central. Se disponen los valores medios y máximos totales de precipitación y la cantidad de pares de puntos disponibles en el área para el periodo de validación coincidente en cada caso. Las fórmulas de los estadísticos clásicos y categóricos utilizados, como mayor detalle de estas PDFs volumétricas se puede encontrar en Hobouchian et al. (2017 a).

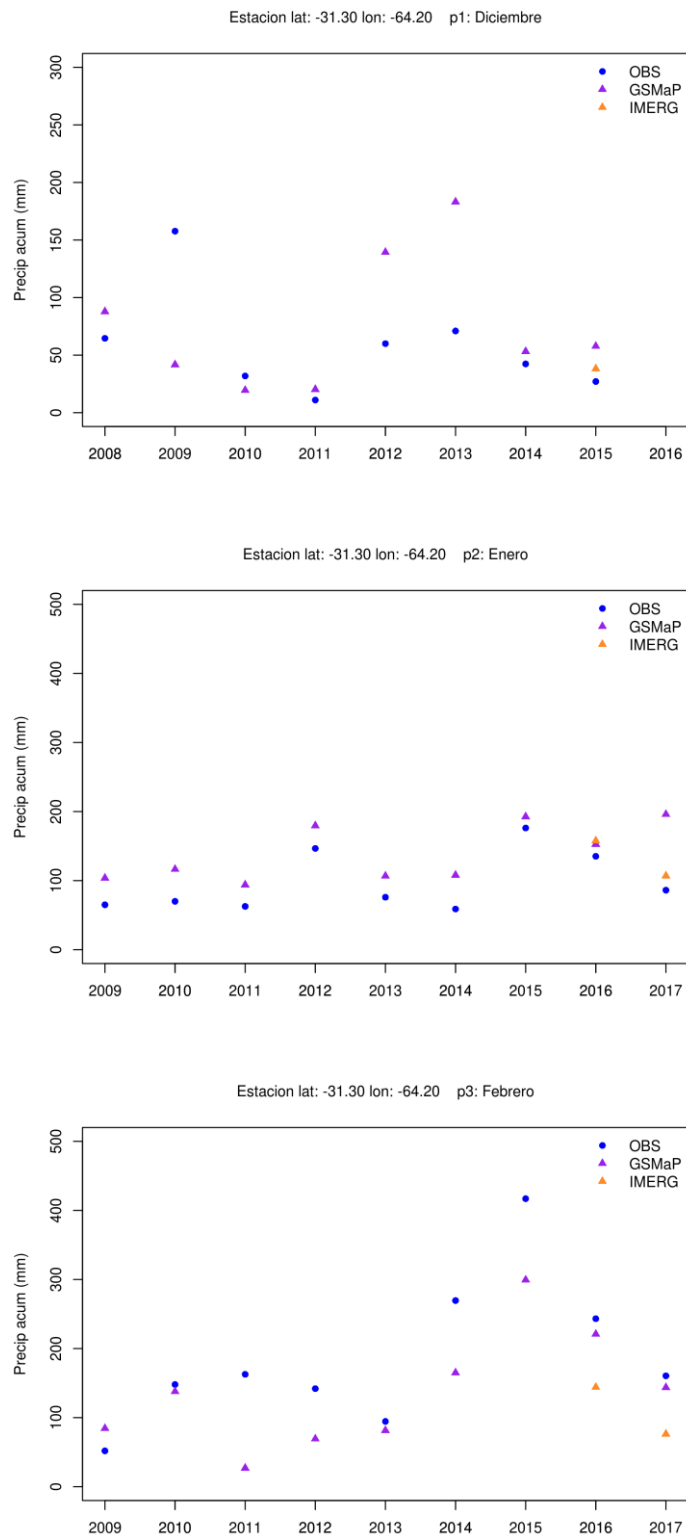


Fig. 3: Comparación entre la precipitación acumulada observada y estimada por IMERG y GSMaP para los periodos P1 (panel superior), P2 (panel central), y P3 (panel inferior) de cada año en Córdoba Aero.

4. RESULTADOS

La primera información generada para este estudio permite realizar una comparación cualitativa de las estimaciones utilizadas a partir de los mapas de precipitación acumulada como el que se muestra en la Figura 2. Luego, los datos para cada estación meteorológica disponible como en el ejemplo de la Tabla I tenían la finalidad de analizar si las diferencias obtenidas entre las estimaciones y las observaciones permiten la utilidad de estos datos satelitales para cubrir la falta de estaciones en superficie.

En este sentido, la información de estas tablas se trasladó a las series como la de la Figura 3 para una estación en particular con la idea de observar estas diferencias puntualmente. En los cálculos, se consideraron solo los valores de precipitación acumulada para una estación sin días con dato faltante en el periodo de acumulación.

El análisis de los resultados para los años coincidentes de los productos satelitales, muestra que en el periodo 1 de análisis (Figura 4), ambas estimaciones sobrestiman la precipitación, aunque GSMaP obtiene mejores resultados con un valor más bajo del RMSE de 28.18 mm con respecto a IMERG, una correlación de 0.8 y un BIAS positivo menor de 12.13 mm. A su vez, los estadísticos categóricos considerando un umbral de 100 mm y la PDF muestran mejores resultados y una sobrestimación menos marcada en el caso de GSMaP. Es importante tener en cuenta que la cantidad de pares de puntos considerados en estos periodos de interés es muy baja, y no permite una validación robusta.

En el periodo 2 (Figura 5) GSMaP sobrestima considerablemente con un valor de BIAS positivo de 77.07 mm e IMERG subestima con un valor de BIAS negativo de 12.14 mm sin resultar favorecida ninguna estimación. En dicha figura, se muestra una importante dispersión de los datos, más desfavorable en el caso de IMERG con una correlación de 0.3 y un marcado aumento del RMSE y las falsas alarmas para ambos productos.

En el periodo 3 (Figura 6) GSMaP continúa sobrestimando la precipitación observada, aunque en menor medida y con un mejor resultado en el resto de los estadísticos que indica una mejor aproximación a las observaciones con respecto a IMERG. Esta última estimación, subestima bastante la precipitación observada en este periodo con un marcado BIAS negativo de 45.73 mm y una correlación de 0.29 que nuevamente indica una importante dispersión de los datos.

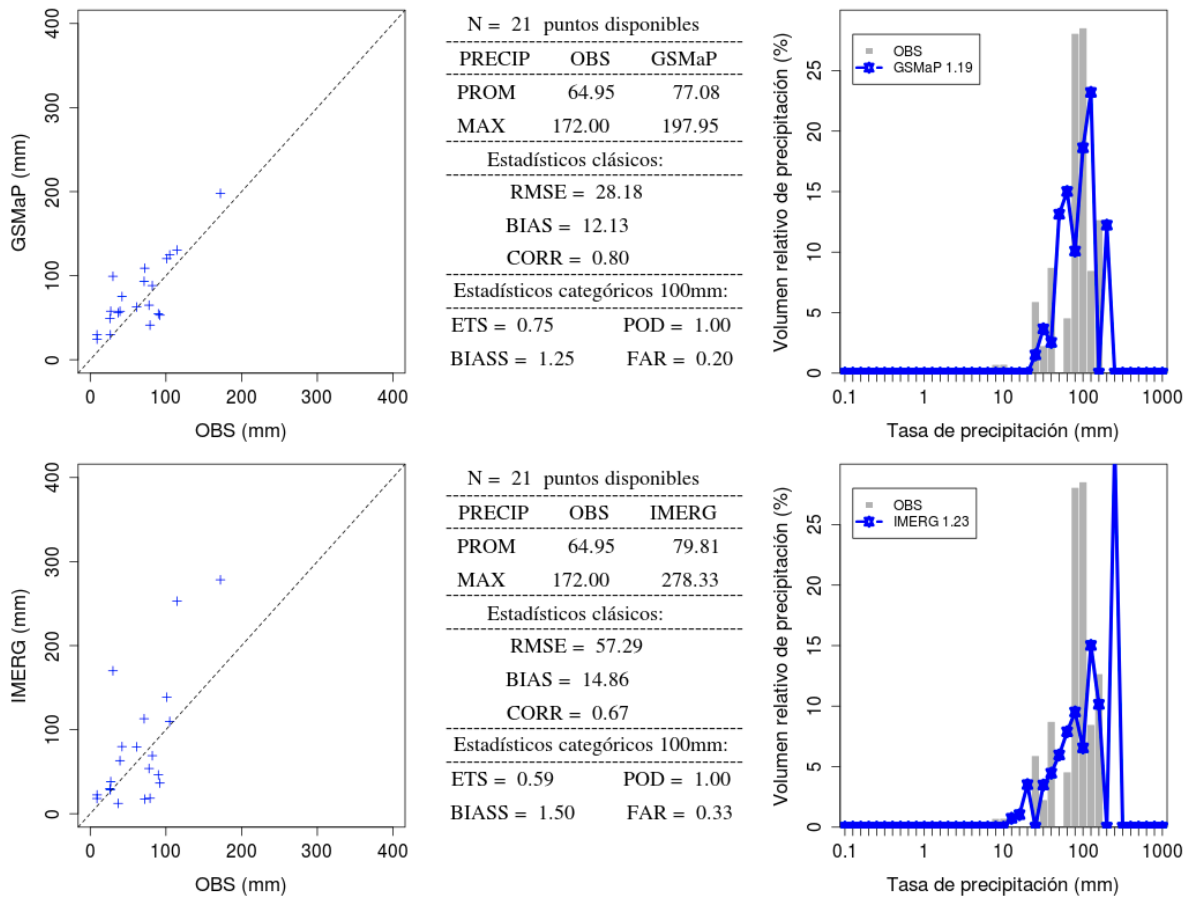


Fig. 4: Esquema de validación en el periodo P1 para GSMaP (panel superior), e IMERG (panel inferior) sobre el centro de Argentina.

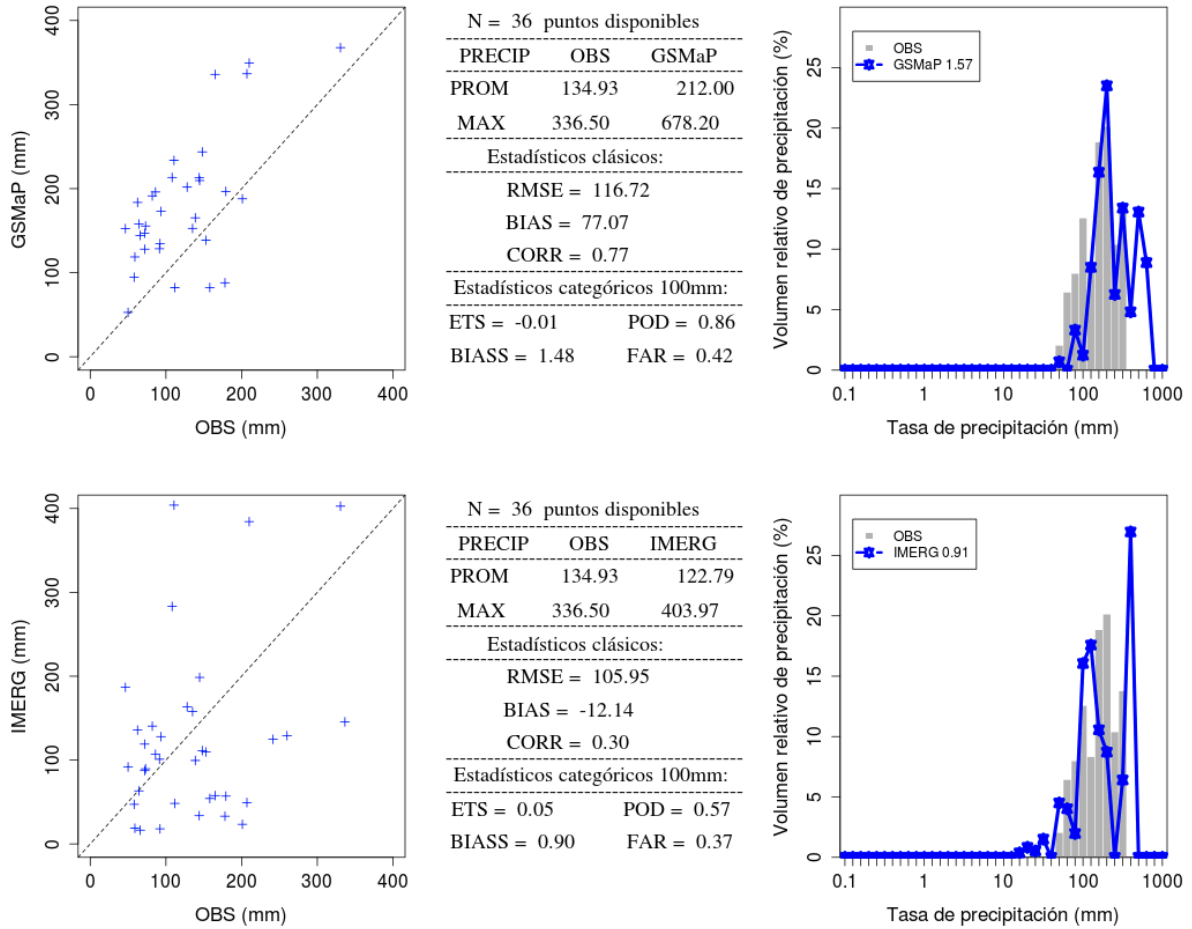


Fig. 5: Esquema de validación en el periodo P2 para GSMaP (panel superior), e IMERG (panel inferior) sobre el centro de Argentina.

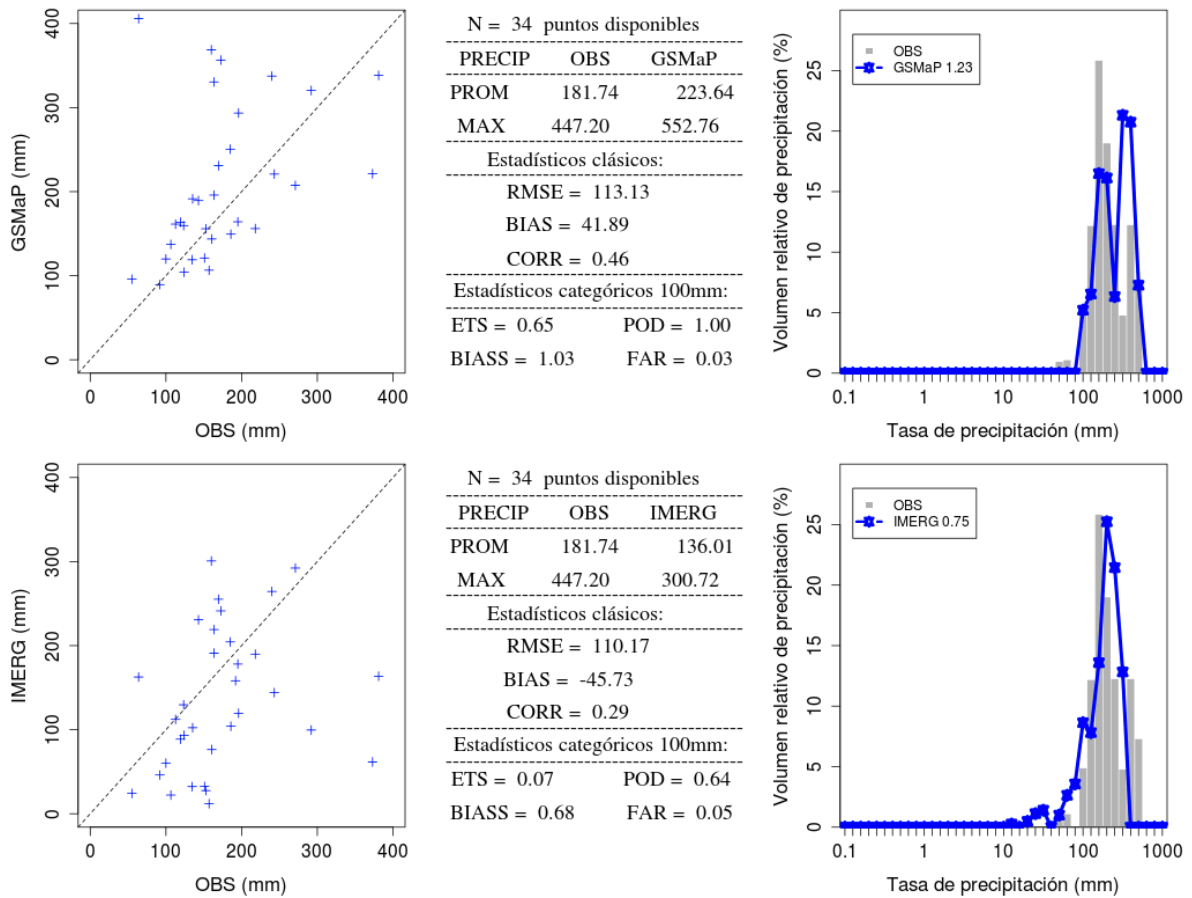


Fig. 6: Esquema de validación en el periodo P3 para GSMaP (panel superior), e IMERG (panel inferior) sobre el centro de Argentina.

5. CONCLUSIONES

El análisis de la comparación puntual de las estimaciones con las observaciones indicó que estos productos satelitales no son adecuados actualmente para utilizar en un índice de precipitación que se pueda aplicar en los seguros paramétricos. Esto se debe a que los errores de las estimaciones no son sistemáticos para cada año de un periodo de precipitación acumulada de interés. Las diferencias entre observaciones y estimaciones varían notablemente dependiendo del año, el lugar y el periodo analizado. En el ejemplo de las series de la Figura 3, se observa como en el P2 la comparación resulta más favorable con una mejor aproximación entre los datos, mientras que en el P1 y P3 se pasa de una diferencia menor en algunos años a una diferencia mayor a 100 mm en otros. Estos resultados se encontraron en varios puntos de la región, con errores que superan los rangos aceptables para justificar el uso de las estimaciones a los fines que motivaron este trabajo.

Los resultados de los estadísticos en el esquema de validación utilizado, reflejaron estas diferencias encontradas y la magnitud de los errores. De todos modos, GSMaP obtuvo mejores resultados con respecto a IMERG sobre esta región, a pesar de sobrestimar considerablemente la precipitación observada. A su vez, el P1 obtuvo valores más favorables en los estadísticos en comparación con el resto de los periodos de interés, siempre considerando los años recientes coincidentes para ambos productos satelitales utilizados en este estudio.

A futuro, con el reprocesamiento de los datos hacia atrás en el tiempo por parte de IMERG y la disponibilidad de un periodo mayor coincidente entre ambas estimaciones, se podría realizar una nueva validación más robusta. A su vez, se sumarían las actualizaciones y avances que van teniendo estos datos de precipitación satelitales. Este trabajo exploratorio, muestra las limitaciones de las estimaciones cuando los errores en la cantidad de precipitación considerada son cruciales para una aplicación determinada.

6. REFERENCIAS

Amitai, E., W. Petersen, X. Lloret, and S. Vasiloff, 2012: Multiplatform comparisons of rain intensity for extreme precipitation events. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 50 (3), 675–686. <http://dx.doi.org/10.1109/TGRS.2011.2162737>.

Galetto, A., D. Lema, y L. Gastaldi, 2011: Valoración microeconómica de un seguro climático en la producción lechera. Unpublished manuscript prepared for the Inter-American Development Bank (IADB). March 2011.

Gallacher, M., D. Lema, A. Galetto, and L. Gastaldi, 2015: Climate variability and agricultural production in Argentina: the role of risk-transfer mechanisms. Universidad del CEMA. Documento de Trabajo N° 583, Dic. 2015, 97 pp.

Gastaldi, L., O.D. Podestá, y D. Lema, 2011: Seguro contra déficit hídrico en soja basado en un índice climático para Pergamino, Argentina. *Argentina de Economía Agraria*, 12(1), 22-41.

Gastaldi, L., A. Galetto, y D. Lema, 2009: El seguro como herramienta para la administración del riesgo climático en empresas tamberas del norte de Santa Fe, Argentina. *Revista Argentina de Economía Agraria*, 11(1), 5-28.

Hobouchian, M.P., Y. García Skabar, D. Barrera, D. Vila, y P. Salio, 2017a: Validación de la estimación de precipitación por satélite aplicando la técnica Hidroestimador. *Revista Meteorológica*, 42, 19-37. http://www.cenamet.org.ar/cam/meteorologica/wp-content/uploads/2017/07/Hobouchian_Vol42-N1.pdf

Hobouchian, M.P., P. Salio, Y. García Skabar, D. Vila, y R. Garreaud, 2017b: Assessment of Satellite Precipitation Estimates over the Slopes of the Subtropical Andes. *Atmospheric Research*, 190, 43-54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.02.006>.

Huffman, G.J., D.T. Bolvin, and E.J. Nelkin, 2015: Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG) Technical Documentation. NASA/GSFC Code 612, 47. http://pmm.nasa.gov/sites/default/files/document_files/IMERG_doc.pdf (accessed 17.03.22).

Okamoto, K., T. Iguchi, N. Takahashi, K. Iwanami, and T. Ushio, 2005: The global satellite mapping of precipitation (GSMaP) project. 25th IGARSS Proceedings, 3414–3416.

Salio, P., M.P. Hobouchian, Y. García Skabar, and D. Vila, 2015: Evaluation of high-resolution satellite precipitation estimates over Southern South America using a dense rain gauge network. 6th WIPWG Special Issue *Atmospheric Research*, 163, 146–161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2014.11.017>.

Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía (rdelia@smn.gov.ar), Luciano Vidal (lvidal@smn.gov.ar) o Martin Rugna (mrugna@smn.gov.ar) de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo (macevedo@smn.gov.ar).