

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA Y CLIMATOLÓGICA DE SERIES PLUVIOGRÁFICAS EN ARGENTINA

Karina Flores¹, M. Gabriela Marcora², Lorena Ferreira^{1,2}

¹Departamento de Hidrometeorología

²Departamento de Agrometeorología

Servicio Meteorológico Nacional, Dorrego 4019, Buenos Aires, Argentina. Tel: (011) 5167 6767 interno 18730.

E-mail: kflores@smn.gov.ar

Introducción

En la actualidad es cada vez más requerida la disponibilidad y el acceso a datos de precipitación medidos en escalas temporales cada vez menores. Esta demanda responde a variados intereses relacionados, no solo con el avance de obras de infraestructura, sino también a una necesidad de respuesta en el marco de un contexto global de cambio climático y un mayor conocimiento de la variabilidad climática.

Diferentes autores han abordado el estudio de la variabilidad climática de la precipitación en nuestra región. Por ejemplo, Skansi y otros (2013) analizaron la evolución de distintos índices climáticos en los últimos 50 años para la región de Sudamérica. Una de las conclusiones de su trabajo es que el clima en Sudamérica en su conjunto se está volviendo más húmedo. Estas tendencias parecen estar relacionadas con la intensificación de los eventos de lluvias más que con el incremento en la duración de frecuencia de días húmedos consecutivos. También, como se detalla en la 3ra Comunicación Nacional (2015), los mayores aumentos de precipitación en el periodo 1960 – 2010 se registraron en el este del país pero los aumentos porcentuales más importantes se observan en las regiones semiáridas. Estos resultados muestran la necesidad de profundizar en las señales de estas tendencias por lo que la información pluviográfica es una herramienta relevante.

Con respecto a la obtención de información pluviográfica, es un desafío para los actores involucrados en la generación y el manejo de datos de manera confiable y operativa, ya que la disponibilidad de los mismos en extensiones tanto temporales como espaciales aptas para el desarrollo de un análisis climatológico es un obstáculo a sortear. A las escasas estaciones meteorológicas que disponen instrumental de pluviografía se suma que estas series de datos muchas veces no cumplen con los requisitos de continuidad temporal necesarios para el análisis de la información, es natural encontrarse con gran cantidad de datos faltantes especialmente en aquellas estaciones que tienen registros históricos de varias décadas. Es necesario entonces, además de evaluar constantemente la calidad de la información, establecer un criterio para el manejo de los datos en virtud de sus falencias.

Es el objetivo del presente trabajo analizar mediante diferentes herramientas estadísticas series pluviográficas de distintas estaciones pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional. Dichas series se obtuvieron con la metodología de digitalización manual de fajas pluviográficas. Estas estaciones están distribuidas a lo largo del territorio nacional representando distintos regímenes climáticos. Se realizó un primer análisis para determinar la calidad de la serie. Luego, se evaluó la evolución de los eventos extremos de precipitación para identificar algún tipo de tendencia o comportamiento relacionado con la variabilidad climática.

Datos y Resultados

Se utilizaron fajas pluviográficas de las estaciones Observatorio Central de Buenos Aires (OCBA), San Antonio Oeste (SAO) Salta Aero, Tres Arroyos, Mendoza, Neuquén y Córdoba Observatorio, todas pertenecientes a la red pluviográfica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). En la tabla I se

detallan los períodos de años analizados. Dichas fajas fueron digitalizadas con la metodología desarrollada en el SMN descripta en trabajos anteriores (Ferreira y Flores, 2014). A partir de esta metodología, se obtienen, para cada evento de precipitación, los valores de precipitación acumulada cada 5 minutos y también los máximos acumulados en intervalos de 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 180, 240, 360 y 720 minutos.

También se utilizaron los datos de precipitación acumulada en 24 horas registrados por el pluviómetro correspondiente para cada estación (serie pluviométrica).

Para evaluar la calidad de la serie de datos y estimar la cantidad de datos faltantes, se comparó cada dato de la serie pluviométrica con los datos de precipitación acumulada en 24 horas de la serie pluviográfica obtenidos de las fajas digitalizadas. A partir de esta comparación se computó para cada período el porcentaje de datos faltantes total, entendiéndose como dato faltante aquella fecha en la que se registró precipitación en el pluviómetro pero no hay registro de dato digitalizado. Teniendo en cuenta la metodología de digitalización, solo se consideraron los datos con intensidad de precipitación superior a 1 mm/h.

En la tabla I se muestra para cada estación el período de años de la serie con su correspondiente porcentaje de datos faltantes. También los siguientes estadísticos: la media, el valor máximo (Max), el desvío standard, el percentil 90 para una duración de 60 min. Si bien se calculó para todas las duraciones, en este trabajo sólo se muestra los resultados solamente para la duración de 60 minutos. Por otro lado, se analizó, para los 20 valores máximos de cada año de la serie pluviométrica, el porcentaje de estos que se encontraba digitalizado (resultado no mostrado). Esto último se realizó con el fin de establecer la fidelidad de la serie para representar los valores más extremos, considerando que uno de los usos principales de las series pluviográficas es la intención de modelar eventos extremos.

Tabla 1.- Estadísticas de las series. Media, el valor máximo (Max), el desvío standard y el percentil 90 corresponden a la precipitación acumulada en 60 minutos

Estación	Período	Media (mm)	Max (mm)	Desvío (mm)	P90 (mm)	%Datos faltantes
OCBA	1981 2012	6.7	98.3	8.7	16.3	33
SAO	1995 2011	4.5	39	4.7	9.1	63
Salta	1981 2014	5.7	94.5	7.8	13.2	31
Tres Arroyos	1990 2012	5.7	78.9	6.6	11.9	54
Mendoza	1964 2011	5.0	47.6	5.9	11.3	61
Neuquén	1990 2011	3.5	20.4	3.4	6.3	74
Córdoba	1960 2014	6.4	88.1	7.9	15.0	74

En el caso de OCBA cabe mencionar que si bien la serie completa tiene un período de 1961-2015, se consideró analizar el período 1981-2012 para que sea de longitud comparable con Salta, debido a que esas dos estaciones son las más completas. Al analizar los valores máximos encontramos que OCBA y Salta, si bien pertenecen a regímenes de precipitación diferentes, los valores son similares (98.3 mm y 94.5 mm respectivamente).

Si bien todas las estaciones tienen cantidad de datos faltantes superior al 30%, estas series incluyen, en algunos casos, a más del 60 % de los valores extremos de cada serie digitalizados (no mostrado). Las excepciones a esto son Córdoba, Mendoza, Neuquén y Tres Arroyos. En estas últimas, excepto Neuquén, la mayoría de los faltantes se encuentran fuera del período húmedo de la localidad.

Con el objetivo de explorar la evolución de los eventos extremos, se calcularon para todas las duraciones los percentiles 90, considerándolo como umbral de precipitaciones extremadamente intensas. Luego se calcularon para cada año la frecuencia de eventos que superaron dicho valor y se analizó la distribución temporal de estas frecuencias.

En la figura 1 se muestran los resultados encontrados en la evaluación de la tendencia en la frecuencia de eventos que superan el percentil 90 para el caso de precipitación máxima en 1 hora. Lo mismo se realizó para la precipitación máxima en 3 horas y en 6 horas.

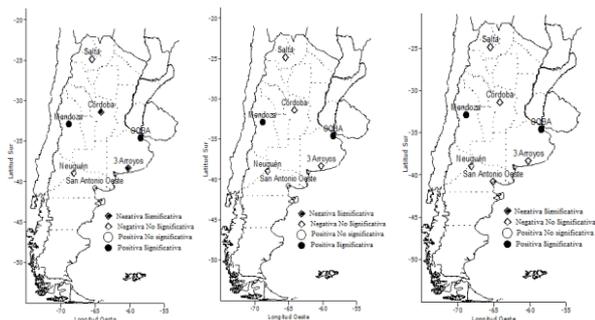


Figura 1.- Tendencias encontradas en la frecuencia anual de eventos que superan el percentil 90 de cada estación para la precipitación acumulada en 1 hora (mapa de la izquierda), 3 horas (mapa del centro) y 6 horas (mapa de la derecha)

Mendoza y OCBA presentan tendencias positivas y significativas (95% de confianza, test de Mann Kendal) tanto para los eventos máximos de 60 minutos como para los máximos en 180 y 360 minutos. Mientras que Tres Arroyos y Córdoba muestran tendencias significativas negativas para la frecuencia de ocurrencia precipitación máxima en 60 minutos que superan el percentil 90. El resto de los resultados no presentan significancia estadística. Aún así es llamativo el caso de Salta, donde se observa una disminución en la frecuencia de eventos extremos para todas las duraciones.

A modo de ejemplo se muestran la distribución de estas frecuencias a lo largo del tiempo para Salta y OCBA para la precipitación acumulada en 1 hora (figura 2 y 3 respectivamente). En las mismas figuras se muestra la recta de ajuste lineal.

Se puede observar que para el caso de Salta la disminución de frecuencias de eventos extremos es más notable en los últimos 3 años del registro, donde no se detectaron casos de precipitación acumulada en 1 hora que superen el umbral elegido. Es deseable cuantificar esta variación y encontramos la disminución es equivalente a 3 casos en 30 años.

Para Buenos Aires encontramos que el aumento de casos que superan el percentil 90 es significativo en el transcurso del registro. Es notable la frecuencia registrada en 2014, donde se registraron 24 casos que superaron el umbral elegido. Cabe destacar que 2014 fue el año más lluvioso en Buenos Aires en toda su historia (desde 1906). Si cuantificamos esta tendencia obtenemos que el aumento equivale a 8 casos en 30 años.

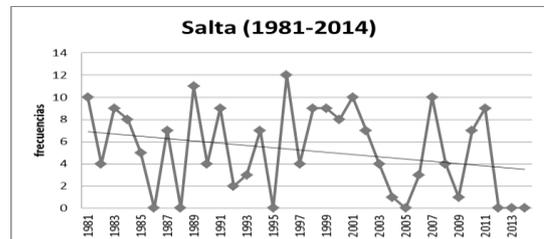


Figura 2.- Frecuencias anuales de casos de precipitación acumulada en

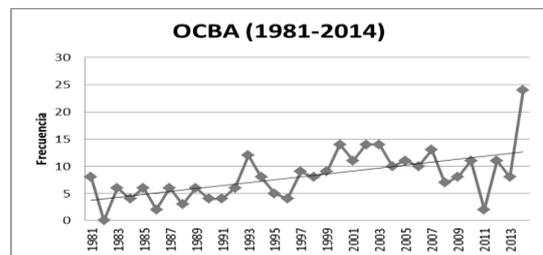


Figura 3.- Idem a Figura 2 para Buenos Aires.

Para finalizar, se cuantificaron los aumentos de precipitación en la estación de Buenos Aires, considerando el mes más lluvioso de su climatología (octubre). Se observa que el aumento es significativo para la precipitación acumulada en 1 y 3 horas. Los aumentos equivalen a 10 mm/h y 4.3 mm/h en 50 años respectivamente.

Conclusiones

Se han encontrado cambios significativos en la ocurrencia de eventos extremos de precipitación acumulada en 1 hora. Estos cambios implican un aumento de la frecuencia de estos eventos para Mendoza y OCBA, y una disminución para Tres Arroyos y Córdoba. Asimismo Mendoza y OCBA también muestran un aumento significativo en la frecuencia de eventos extremos de precipitación acumulada en 3 y 6 horas. Estos cambios no son aislados sino que están comprendidos en el contexto de cambio climático regional observado en Argentina y Sudamérica. Por este motivo, es importante incluir otras estaciones para que los resultados sean más robustos.

Referencias

- Skansi, M. y otros (2013).** "Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America" *Global and Planetary Change* 100 p. 295-307.
- Ferreira, Lorena y Flores, Karina (2014).** "Análisis preliminar de los máximos de precipitación: caso observatorio central buenos aires", IV Taller de Regionalización de Precipitaciones Máximas, Tucumán.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W. Hidrología Aplicada.** McGraw – Hill Interamericana, S.A. Bogotá. Colombia, 1994.

3ra Comunicación Nacional Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (2015).- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.