

# VALIDACIÓN ESTADÍSTICA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN: LA TRANSICIÓN HACIA REDES AUTOMÁTICAS

Karina Flores<sup>1</sup>, María de los Milagros Skansi<sup>1</sup>

[kflores@smn.gob.ar](mailto:kflores@smn.gob.ar)

<sup>1</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Argentina.

**Palabras clave:** pluviometría, estaciones automáticas.

## 1) INTRODUCCIÓN

La transición de una red de estaciones convencionales a una red automática es un gran desafío a nivel mundial que requiere un exhaustivo trabajo de intercomparación entre ambas mediciones. Además, cualquier modificación que se realice sobre una red o sistema de información puede provocar una falta de homogeneidad en el registro climático (OMM, 2017). Para el reemplazo del instrumental de precipitación la Organización Meteorológica Mundial (OMM) sugiere que el período de coexistencia entre el sistema convencional y el sistema automático debe ser de 60 meses. Como esto último no siempre es posible, una alternativa razonable es la coexistencia de 24 meses de observaciones simultáneas (OMM, 2014). En este sentido, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) tiene en ejecución actualmente la tarea de instalar una estación automática en cada punto de su red de observación (objetivo 4.1 del Plan Estratégico 2020-2023: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/smn\\_pe\\_20-23.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/smn_pe_20-23.pdf)).

Diversos son los autores que exploraron metodologías de análisis que apunten a identificar la fiabilidad de las mediciones automáticas. Lanza y Vuerich (2009), resaltan la importancia de la correcta calibración del instrumental previa a su instalación, para las mediciones de campo. Por otra parte, investigadores del INTA (Gattinoni et al, 2011) realizaron comparaciones de mediciones automáticas y convencionales de precipitación diaria y mensual de dos estaciones automáticas instaladas en el predio del INTA Castelar. Aplicando el Coeficiente de Inconsistencia (CI) desarrollado por Colotti y otros (2002), obtuvieron buenos resultados para las mediciones diarias y mayores diferencias para valores extremos.

En este trabajo se propone la utilización de una serie de metodologías para la evaluación de las diferencias encontradas entre las mediciones de precipitación de estaciones automáticas y convencionales, localizadas en el mismo campo de observación. Se muestran los resultados obtenidos en la estación Pigüé, provincia de Buenos Aires, utilizando datos diarios de la estación convencional y datos automáticos medidos cada 10 minutos, desde el 1 de diciembre de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2021. Se asume que, previo a este análisis, los sensores electrónicos fueron correctamente calibrados y se constató que la cantidad de mediciones faltante en la estación automática no superase el 15%.

## 2) METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Como primer paso se calculó la correlación lineal entre las mediciones diarias de cada pluviómetro. Para que esta correlación sea representativa se eliminaron aquellos datos coincidentes donde no se registró precipitación en ambos instrumentos. Luego de la remoción de estos datos se calculó el coeficiente de correlación y se evaluó su significancia al 95% de confiabilidad, tomando como hipótesis nula que la correlación es igual a 0. Para el caso de Pigüé se obtuvo que un coeficiente de correlación de 0.98 significativo al 95%, puede verse en la figura 1.

Una vez comprobada la correlación, se computaron las diferencias entre ambas mediciones a nivel diario. Este paso busca encontrar la existencia de algún sesgo sistemático entre las mediciones. Se encontró que el sensor automático subestima la precipitación con un promedio de 20% de error, las diferencias más importantes se hallaron en eventos de mayor intensidad. Se evaluaron las diferencias entre las medias de cada muestra (sin incluir los ceros) y se aplicó

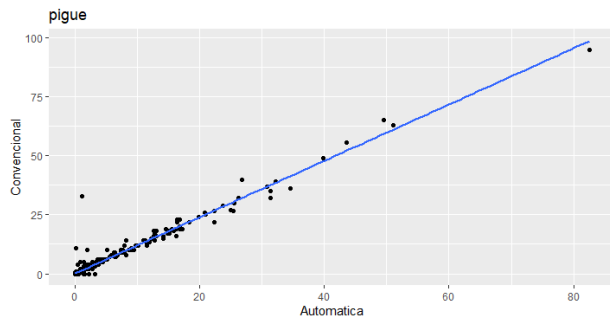


Figura 1. Gráfico de dispersión de los valores de precipitación diaria (mm) medidos con la estación convencional versus estación automática, la línea azul es el ajuste lineal aplicado.

un test de diferencias de medias, arrojando que las medias pertenecen a la misma población con un 95 % de confiabilidad.

Para evaluar la habilidad de la estación automática en detectar eventos de lluvia, se computó una tabla de contingencia de mediciones automáticas diarias versus mediciones convencionales diarias. Se definieron los siguientes parámetros (adaptados de Hobouchian y otros, 2017): Acierto (A) cuando se detecta evento de lluvia en medición convencional y medición automática simultáneamente; Dato Faltante (DF) si

el pluviómetro manual detecta un evento de lluvia pero el automático no; Falso Positivo (FP) si se detecta un evento de lluvia en la medición automática pero no en la medición manual y Acierto Negativo (AN) cuando ambos instrumentos no registraron eventos de lluvia. Para validar esta tabla de contingencia se computaron los siguientes índices: Bias Score como la relación entre la cantidad de eventos registrados en la medición automática y en la medición manual, lo óptimo es que valor sea cercano a 1; Probabilidad de Detección (POD), que se define como la relación entre los aciertos (A) y la cantidad total de eventos de lluvia que ocurrieron, lo óptimo es que el valor sea cercano a 1, y Falsas Alarmas que mide la relación entre los falsos positivos y la cantidad total de eventos de lluvia detectados en la medición automática, lo óptimo es que este índice sea cercano a 0.

$$BIASS = (A+FP)/(A+DF) \quad (1)$$

$$POD = A/(A+DF) \quad (2)$$

$$FAR = FP / (A + FP) \quad (3)$$

Para el cálculo del CI, se utilizó la definición dada por Collotti y otros (2002). Si se mide el mismo fenómeno con diferentes instrumentos correctamente calibrados, puede definirse un coeficiente de inconsistencia ( $C_I$ ) que se calcula de la manera siguiente:

$$C_I = \frac{V(X-X^*)}{V(X)+V(X^*)} \quad (4)$$

Donde  $V()$  corresponde a la varianza,  $X$  es la variable de precipitación convencional y  $X^*$  la correspondiente a las mediciones automáticas. Para este cálculo solo se consideran los datos de lluvia mayores a 0. Es deseable que  $C_I$  sea lo más cercano a 0, para determinar una consistencia óptima entre las mediciones.

Estación	BIASS	FAR	POD	CI	Correlación
Pigüé	0.99	0.15	0.84	0.03	0.98

Tabla I. Parámetros calculados para Pigüé.

Los parámetros referidos a la detección de los eventos (Tabla I), así como las correlaciones y el coeficiente de inconsistencia son óptimos, sin embargo, al evaluar las diferencias entre los montos acumulados de precipitación diaria se observaron diferencias. En el histograma de frecuencia de precipitación de la Figura 2, donde solo se consideraron los casos de lluvia diaria superior a 5 mm, puede notarse que si bien hay diferencias entre la cantidad de frecuencias registradas en cada categoría, ambas series son coherentes.

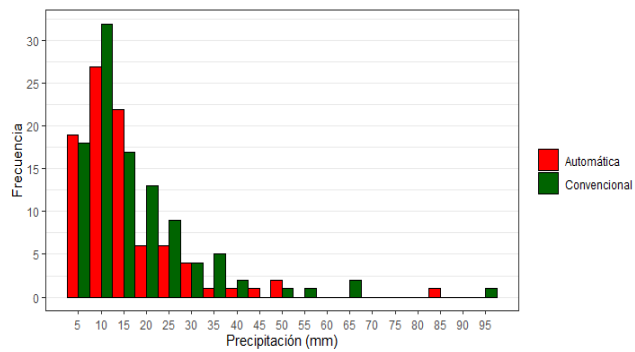


Figura 2. Histograma de frecuencias absolutas de registros de precipitación diaria mayor a 5 mm para ambos instrumentos.

Se aplicó un test de Kolmogorov – Smirnov y se encontró que las muestras pertenecen a la misma población, con un nivel de significancia del 95%.

Por último, se evaluó la precipitación mensual y estacional (no mostrado). Los resultados obtenidos reflejan que, si bien existe buena correlación entre las series, el sensor automático subestima con diferencias de hasta el 25% la precipitación mensual, respecto de las mediciones convencionales.

En síntesis, la estación analizada mostró buena respuesta en la detección de eventos de lluvia, con un bajo índice de FAR y alto POD. Sin embargo, en cuanto a los valores de precipitación acumulada se sugiere realizar estudios complementarios para encontrar causas a la subestimación sistemática del sensor automático.

## REFERENCIAS

**Colotti E., Blanco A. y Rodríguez J., 2002-2003:** Aplicación del coeficiente de inconsistencia como criterio de comparación entre mediciones convencionales y automáticas de lluvia diaria. Terra. vols. XVIII-XIX, Nos. 27-28, 85-101.

**Gattinoni N., Boca T., Rebella C. y Di Bella C, 2011:** Comparación entre observaciones meteorológicas obtenidas de estaciones convencionales y automáticas a partir de la estimación de parámetros estadísticos. RIA vol. 37 no. 1.

**Hobouchian M., García Skabar Y., Barrera D., Vila D. y Salio P., 2017:** Validación de la estimación de precipitación por satélite aplicando la técnica hidroestimador. Meteorológica vol. 42 no. 1.

**Lanza L. y Vuerich E., 2009:** The WMO Field Intercomparison of Rain Intensity Gauges. Atmospheric Research, 94, 543-543.

**Organización Meteorológica Mundial, 2017:** Desafíos en la transición de las redes de observaciones meteorológicas convencionales a las automáticas en registros climáticos a largo plazo. OMM-No 1202.

**Organización Meteorológica Mundial, 2014.** Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos. OMM-No 8.