

Control de la calidad a series de datos diarios de lluvia en el periodo 1961-2008

Quality control of daily precipitation data in the period 1961-2008



CU-ID: 2377/v28n2e09

Idelmis T. González García^{1*}, Marilee Martínez Álvarez¹, Laura Gil Reyes¹, Milena Alpizar Tirzo¹, Yoandy Alonso Díaz², Meyrelin Bocalandro Palmero¹, Dunia Hernández González¹

¹ Centro del Clima, Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, La Habana, Cuba

² Centro de Física de la Atmósfera, Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, La Habana, Cuba

RESUMEN: El control de calidad a las series de cualquier variable meteorológica es imprescindible para desarrollar investigaciones climáticas, agrícolas, hidrológicas, así como para los servicios científicos. El presente trabajo tiene como objetivo realizar y documentar el control de la calidad a series de datos diarios de lluvia del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en el período 1961-2008. Este procedimiento se realizó utilizando la rutina Rclimdex-ExtraQC que corre sobre la plataforma R. Los acumulados mayores a 200 mm fueron agrupados por fecha de ocurrencia y verificados, usando para ello las cronologías de fenómenos meteorológicos disponibles en el Instituto de Meteorología. A los datos sospechosos no asociados a algún evento meteorológico se le realizó un análisis de consistencia. Dicho análisis consistió en comparar en los pluviómetros vecinos, si se reportaba evento lluvioso o no en días anteriores y posteriores a la fecha en que estos se presentaron. Los resultados obtenidos indicaron que el por ciento de datos rechazados fue solo el 4% del total de sospechosos. El mayor porcentaje de datos sospechosos aceptados estuvo asociado a la afectación de ciclones tropicales. Se eliminaron 8 pluviómetros, quedando disponible para investigaciones y servicios 630 series de datos de lluvia. Finalmente, se confirmó que la metodología y herramienta utilizada es válida para estudios de este tipo.

Palabras Clave: control de calidad, datos diarios, lluvia.

ABSTRACT: Quality control of any meteorological variable is essential to develop climate, agricultural and hydrological research, as well as for scientific services. This study aims to carry out and document quality control of daily rainfall data series from the National Institute of Hydraulic Resources in the period 1961-2008. This procedure is performed using the Rclimdex-ExtraQC routine that runs on the R platform. Precipitation amounts greater than 200 mm were grouped by date of occurrence and verified, using the chronologies of meteorological phenomena available from the Institute of Meteorology. To doubtful data not associated with some meteorological event, a consistency analysis was carried out. This analysis consisted of comparing at neighboring rain gauges, if a rainy event was reported or not in days before and after the date they occurred. The results obtained indicated that the percentage of rejected data was only the 4% of all suspects. The highest percent of accepted doubtful data it was associated to tropical cyclones. Eight rain gauges were eliminated, leaving 630 series of precipitation data available for research and services. Finally, it was confirmed that the methodology and tool used is valid for studies of this type.

Key Words: quality control, daily data, precipitation.

INTRODUCCIÓN

La lluvia es una de las variables meteorológicas más importantes debido a su amplia repercusión sobre diferentes esferas económicas y sociales. Contar con una base de datos de lluvia con la suficiente calidad es imprescindible para desarrollar investigaciones climáticas, agrícolas, hidrológicas, entre otras. Sin embargo, la calidad en los datos de precipitación es mucho más difícil de obtener que para otras variables meteorológicas, debido principalmente a la correlación espacial

relativamente pobre de las cantidades diarias de precipitación (Kruger, 2006).

La disponibilidad actual en el mundo de bases de datos densas en el espacio y prolongadas en el tiempo es muy variable según las zonas. En Europa destacan los esfuerzos desarrollados, entre otras instituciones, por la Universidad de East Anglia (Hulme et al., 1995; Klein Tank et al., 2002). Diversas son las metodologías empleadas para realizar control de calidad a series de datos de lluvia, los datos atípicos o *outliers* y las inhomogeneidades han sido identificados como

* Autor para correspondencia: Idelmis T. González García. E-mail: Idelmis.gonzalez@insmet.cu

Recibido: 11/05/2022

Aceptado: 01/06/2022

los principales problemas en las series de datos de precipitación (Feng et al., 2004; González-Rouco et al., 2000). En Argentina, realizaron un control de calidad y homogeneidad de las series de precipitación disponibles y, además, mediante interpolación generaron un producto de precipitación reticulada para suplir la falta de datos en la zona de estudio (Almonacid et al., 2021). Por otro lado, en Costa Rica, se realizó un control de calidad a series de datos de precipitación para determinar qué cantidad de valores atípicos pasaban inadvertidos en el control de calidad manual (López, 2011).

El procedimiento para el control de la calidad (QC) es un producto sensible a cambios que se relaciona con la ubicación de la estación meteorológica, equipamiento y práctica del observador (Haylock et al., 2006). Por lo general, una vez que los datos han pasado el proceso de control de calidad, éstos deben ser sujetos a una prueba y análisis de homogeneidad, dejando para el estudio sólo las series de datos que contienen información únicamente debida a las variaciones del clima y están libres de alteraciones en las mediciones producto a otras causas. La mayoría de los métodos de homogeneización desarrollados hasta la fecha se han aplicado en estudios relacionados con series de temperatura y precipitación de carácter anual, mensual o estacional (Ducré-Robitaille et al., 2003; Peterson et al., 1998). Sin embargo, se requieren más investigaciones para abordar completamente esta difícil tarea para las series diarias (Wang et al., 2010). Por la razón antes expuesta y el uso posterior de estas series diarias, en este estudio no se aplicó ningún test de homogeneidad.

El Grupo de Expertos en Detección de Cambio Climático e Indicadores (ETCCDI, por sus siglas en inglés) ha desarrollado metodologías y programas para el cálculo de indicadores de extremos climáticos. Estas incluyen un riguroso control de calidad de series climáticas y varios test de homogeneidad. Las metodologías aplicadas son comunes y garantizan que los resultados puedan ser analizados globalmente (ETCCDI, 2021).

En Cuba se han realizado procesos de control de calidad y homogeneización empleando la metodología desarrollada por el ETCCDI, tanto a series de datos de temperaturas extremas (Gil-Reyes et al., 2020) como a series de lluvia en 33 estaciones meteorológicas de todo el país (Barcia-Sardiñas et al., 2021). La búsqueda bibliográfica reflejó que las investigaciones realizadas hasta el momento en Cuba se centraron en realizar el control de calidad a series de datos que posteriormente fueron empleadas para calcular indicadores de extremos climáticos, y no brindan una información detallada del proceso de control de calidad (Bocalandro et al., 2021; Otero Martín et al., 2021).

Este trabajo tiene como objetivo realizar y documentar el control de la calidad de las series diarias de lluvia en el período 1961-2008, para así contar con una robusta base de datos de lluvia que pueda ser utilizada para investigaciones y servicios climáticos. En particular, podrá ser empleada para el cálculo de indicadores de extremos de precipitación, en análisis de tendencias de dichos extremos, correlaciones con otras variables, en la verificación de los resultados de modelos climáticos, entre otros. Los resultados tributarán a los proyectos “Soporte Unificado de Proyecciones para Estudios Regionales del Cambio Climático (SUPERCLIMA)” y “Evaluación de productos de estimación cuantitativa de la precipitación por satélites meteorológicos para su uso en el diagnóstico de la sequía en Cuba”.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos iniciales fueron obtenidos de 638 pluviómetros pertenecientes a la red de estaciones del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (Figura 1). Se analizaron los datos diarios de lluvia (RR) en el período 1961-2008.

Control de la Calidad

El control de las series climáticas se realizó utilizando la rutina Rclimindex-ExtraQC que corre sobre la plataforma R. La misma fue originada en el software

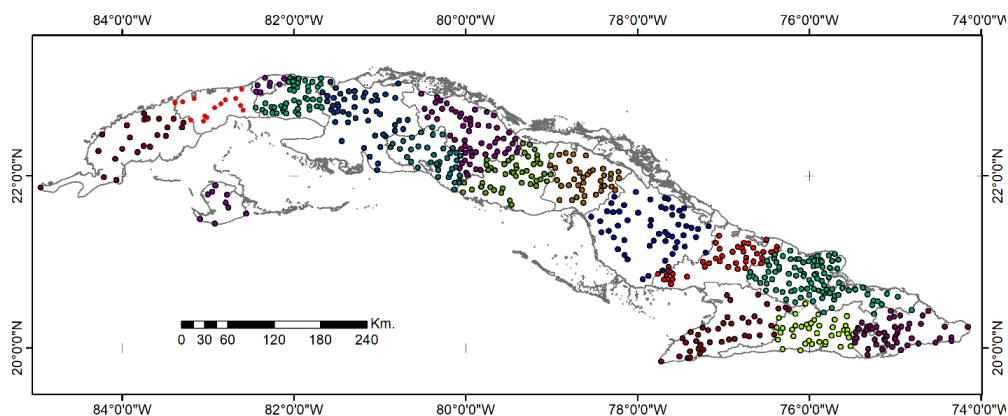


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones pluviométricas utilizadas

de control de calidad y cálculo de índices de cambio climático desarrollada por Environment Canada para el ETCCDI y representa una modificación de la versión “oficial” de éste (Zhang et al., 2004). Esta versión incluye un conjunto de rutinas adicionales (Extra_QC) para un control de calidad más preciso e intensivo. El procedimiento permitió determinar un conjunto de datos “sospechosos” por las siguientes causas:

- Días duplicados
- *Outliers* (valores atípicos que se encuentran fuera de un rango particular)
- Valores excesivamente elevados ($RR > 200mm$)

Una vez obtenidos estos datos se verificó la veracidad o no de los mismos en cada una de las estaciones, siguiendo la secuencia de pasos de la Figura 2.

El control de calidad genera imágenes de la marcha de la variable en el tiempo, así como el histograma de la distribución de valores de lluvia mayores o iguales a 1 mm, lo cual permitió realizar una inspección visual de los casos presentados como sospechosos, así como valorar su distribución (ver ejemplo en la Figura 3).

Dado el gran volumen de información y la herramienta a usar en el QC se elaboraron programas en Fortran. Los cuales permitieron ajustar los datos pluviométricos al formato de entrada del programa Relimdex-ExtraQC y agrupar los datos sospechosos por fecha en que se presentaron en cada una de las provincias. Estos facilitaron el proceso de identificación de los sistemas que afectaron en cada caso y fecha.

Después de correr el control de la calidad a través del Relimdex-ExtraQC se determinaron un conjunto de datos sospechosos mediante el fichero nombrado *outliers*. Los pluviómetros que no cumplieron con el criterio de por ciento de datos faltantes fueron desechados (OMM, 2011). El fichero de *outliers* se filtró

y se seleccionaron los que igualaban o superaban el acumulado de 200 mm.

Cronologías de fenómenos meteorológicos

Con el objetivo de validar estos acumulados se consultaron las cronologías de fenómenos meteorológicos disponibles en el INSMET. A partir de ese análisis fue posible asociar los acumulados significativos anteriormente seleccionados a diferentes sistemas meteorológicos como frentes fríos, bajas extratropicales y ciclones tropicales.

La cronología de frentes fríos comprende el período 1916-2017, en la cual se consideran todos los frentes que han afectado a Cuba. En la misma se especifica la fecha de afectación y la clasificación según su tipo e intensidad. Los frentes fríos que se consideran estacionarios no han sido incluidos en la cronología utilizada (INSMET, 2017) Además, se consultó la climatología sinóptica de las bajas extratropicales que afectaron a Cuba en las 58 temporadas invernales comprendidas en el período de estudio (Pila Fariñas & González Pedroso, 2011). Esta cronología incluye las bajas extratropicales asociadas a frentes fríos por lo que estos tres casos (frentes fríos, bajas extratropicales y bajas mas frentes fríos) se presentan por separado en los resultados.

La cronología de tormentas tropicales comprende el período 1801-2005, en la cual se enumeran los sistemas que han afectado a Cuba, y se describen las provincias del país que han sido afectadas por cada uno de ellos (INSMET, 2005). La cronología de ciclones tropicales (CT) comprende el período 1791-2015. En esta se describe la categoría que presentaron estos sistemas según la escala Saffir-Simpson y se incluyen las provincias que fueron afectadas por cada uno de estos (INSMET, 2018).

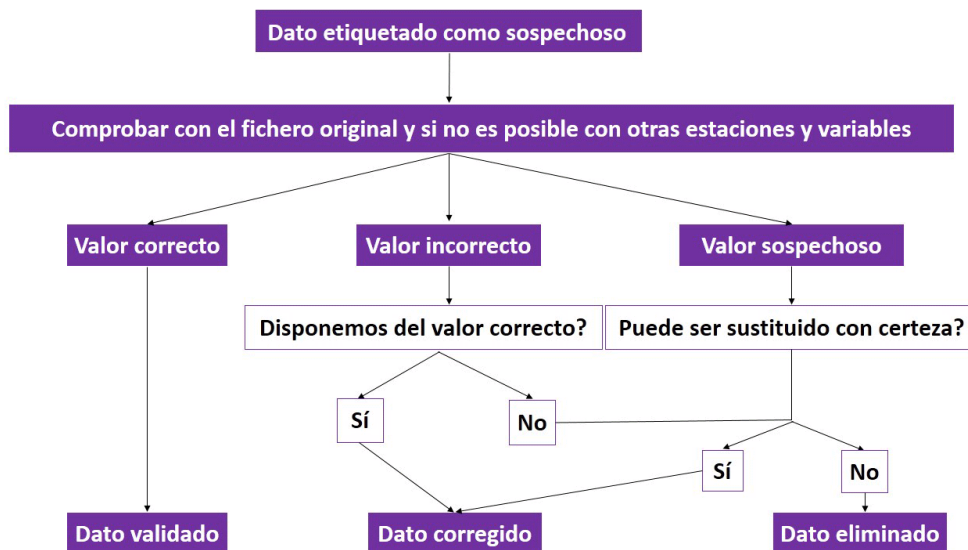


Figura 2. Procedimiento seguido en el control de la calidad

Además, fueron consultados los mapas estacionales de trayectorias pasadas para cada año en cuestión, con el objetivo de visualizar la proximidad de los sistemas a cada una de las provincias (NHC, 2020).

Análisis de Consistencia

Debido a que no se contaba con libros de observación para realizar la verificación de los datos sospechosos, se chequeó la consistencia entre los días previos y posteriores al reporte y, también, con estaciones vecinas atendiendo a la época del año en que se presentaron. Esta tarea se realizó a partir del apoyo en los mapas con la ubicación de los pluviómetros, elaborados en ArcGIS 10.3. Los valores sospechosos

que no pudieron comprobarse, se compararon con los registros de los pluviómetros cercanos en la misma fecha. En el caso del período lluvioso se consideró comparar los valores sospechosos con al menos cinco pluviómetros más cercanos, y para el período poco lluvioso solo se compararon con al menos tres pluviómetros más cercanos (Planos et al., 2005). Adicionalmente se crearon ficheros para guardar las decisiones tomadas en cada caso y proceder a sustituir los valores no validados por el código -99.9 (Figura 4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como uno de los elementos de mayor interés para aplicaciones y decisiones futuras, se señala que existe

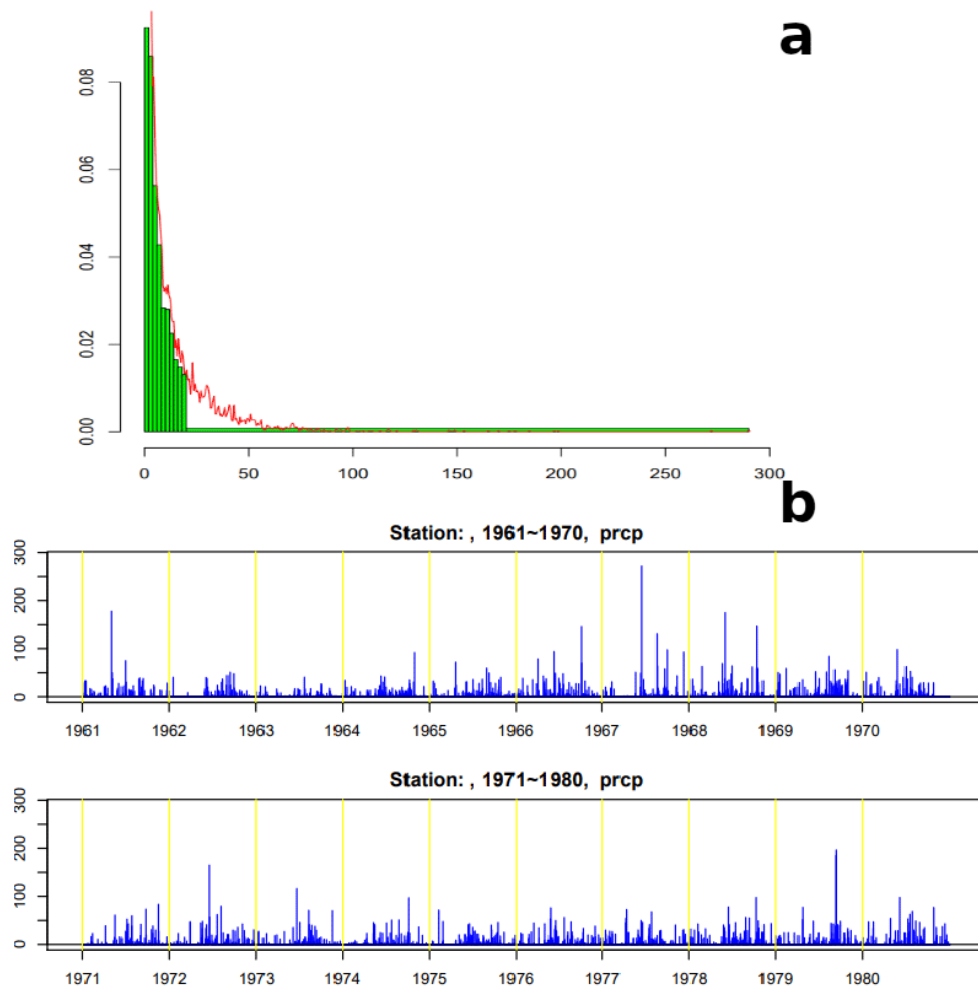


Figura 3. Histograma (a) y marcha de la lluvia por decenios para un pluviómetro de la provincia Pinar del Río (b)

1963	10	5	204_1638_outliers.txt	848_outliers.txt	Huracán Flora
1963	10	5	204_1638_outliers.txt	956_outliers.txt	Huracán Flora
1963	10	6	201.740005_950_outliers.txt	956_outliers.txt	Huracán Flora
1964	6	1	236.5_1638_outliers.txt	1664_outliers.txt	Dato aceptado
1964	8	25	234.5_1638_outliers.txt	1641_outliers.txt	Dato aceptado
1964	8	25	234.5_1638_outliers.txt	1644_outliers.txt	Dato aceptado
1964	8	25	234.5_1638_outliers.txt	1645_outliers.txt	Dato aceptado
1964	8	25	234.5_1638_outliers.txt	1664_outliers.txt	Dato aceptado
1983	2	27	210_1637_outliers.txt	1644_outliers.txt	Frente frío moderado y 26 de feb- 3 de marzo baja extratropical
1983	2	27	210_1637_outliers.txt	1645_outliers.txt	Frente frío moderado y 26 de feb- 3 de marzo baja extratropical
1983	2	27	210_1637_outliers.txt	1664_outliers.txt	Frente frío moderado y 26 de feb- 3 de marzo baja extratropical

Figura 4. Ejemplo de fichero con las trazas de las decisiones tomadas en cada caso de dato dudoso

como regularidad una prevalencia de valores distribuidos entre 1 y 50 mm o menos en la mayoría de los pluviómetros analizados.

De los 638 pluviómetros sometidos al QC, 16 presentaron problemas: 8 pluviómetros reportaron datos duplicados (ver ejemplo [Figura 5](#)), 4 con duplicados y faltantes, 1 serie muy corta y otras 3 tenían muchos valores de lluvia igual a cero. En resumen, se corrigieron 8 series pluviométricas y 8 fueron rechazadas (ver [Tabla 1](#)) por no cumplir los requisitos de porcentaje de datos faltantes (OMM, 2011).

El total de datos sospechosos analizados fue de 2090, de ellos, un total de 83 fueron rechazados (4%) por no asociarse a ninguno de los sistemas de los que se contaba con sus cronologías. Los casos rechazados tampoco cumplieron con el requisito de repetirse la fecha de ocurrencia en los pluviómetros vecinos, por lo que fueron sustituidos por el código de dato faltante -99.9. Los datos aceptados que no estaban asociados a ninguno de los sistemas analizados sumaron 844, correspondiéndoles el 40% del total. Lo anteriormente explicado supone la complejidad que tuvo el presente trabajo para lograr determinar si el dato se aceptaba o se rechazaba. De los sistemas analizados, la mayor cantidad de los registros estuvieron asociados a los CT (49%).

Los Frentes Fríos (3%), los frentes fríos acompañados de bajas extratropicales (2%) y las bajas extratropicales (2%) presentaron un número de casos pequeño ([Figura 6](#)). Esto último pudo haber estado asociado a que la cronología de frentes fríos solo refería o contenía los frentes que arribaban al occidente cubano.

Name

- 122qcdupliQC.csv
- 129qcdupliQC.csv
- 179qcdupliQC.csv
- 180qcdupliQC.csv
- 259qcdupliQC.csv
- 261qcdupliQC.csv
- 343qcdupliQC.csv
- 405qcdupliQC.csv

Figura 5. Ejemplo de resultado de duplicados de la provincia Pinar del Río

Resultados del QC por provincias

El análisis de los datos sospechosos por provincia arrojó resultados similares a los generales. En el municipio especial Isla de la Juventud y en las provincias de Pinar del Río, Artemisa-Mayabeque, Matanzas, Camagüey, Las Tunas, Holguín, Granma y Santiago de Cuba los valores de lluvia mayores a 200 mm se asociaron en su mayoría a los ciclones tropicales. Predominaron en La Habana, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila y Guantánamo los datos aceptados no asociados a ningún sistema meteorológico de los estudiados en la presente investigación ([Figura 7](#)). Lo anteriormente expuesto indica la necesidad de documentar los eventos lluviosos asociados a sistemas de mesoescala y/o que pudieran estar asociados al tránsito de ondas tropicales próximas a Cuba de las que no se cuenta con una cronología.

En cuanto al número de datos rechazados y sustituidos por el código de dato faltante sobresalen las provincias de Guantánamo, Santiago de Cuba y el municipio especial Isla de la Juventud con la mayor cantidad de casos: 32, 12 y 8, respectivamente ([Figura 8](#)).

CONCLUSIONES

- Se realizó el control de calidad a las series de datos, y como resultado se cuenta con 630 series de pluviómetros distribuidos en todo el territorio nacional, así como un control de calidad documentado para cada pluviómetro. Los datos están listos para ser usados en diferentes estudios e investigaciones

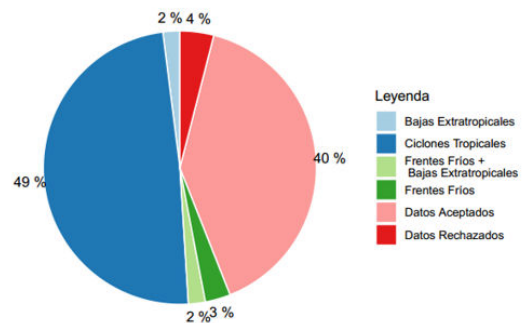


Figura 6. Porcentaje de datos sospechosos asociados a cada uno de los sistemas meteorológicos y datos aceptados

Tabla 1. Pluviómetros rechazados durante el proceso de Control de Calidad

Nombre del Pluviómetro	Longitud (°)	Latitud (°)	Provincia
Pálpite	-81.18443044	22.32554567	Matanzas
Cayo Ramona	-81.023267	22.1450154	Matanzas
Paya Girón	-81.033912	22.0691465	Matanzas
Los Sábalos	-81.117369	22.2253568	Matanzas
Juan Criollo	-79.1265	21.9643541	Sancti Spiritus
Tortuguilla	-74.934914	19.9751028	Guantánamo
Acueducto Base Naval	-75.033866	20.0104995	Guantánamo
Derivadora La Jagua	-82.763826	21.6350037	Isla de la Juventud

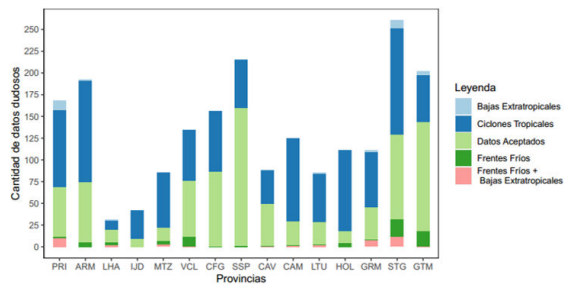


Figura 7. Cantidad de datos sospechosos por provincia asociados a los diferentes sistemas analizados y datos aceptados

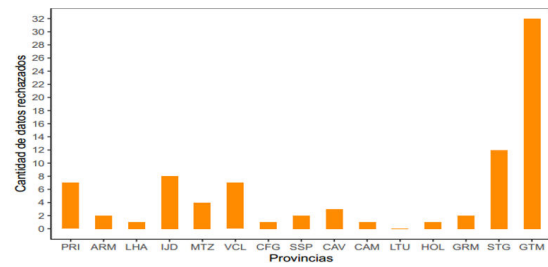


Figura 8. Total de datos sospechosos rechazados en cada provincia

teniendo siempre en cuenta la distribución de sus valores.

- El mayor porcentaje de datos sospechosos está asociado a la afectación de ciclones tropicales en el país. El porcentaje de datos rechazados es solo el 4% del total de sospechosos, lo cual no imposibilita el uso de dichas series de lluvia. Se aceptó un gran número de datos basados en el análisis de consistencia, lo que evidencia lo laborioso de tareas de este tipo.
- Las provincias con mayor cantidad de datos reemplazados por código de dato faltante son Guantánamo, Santiago de Cuba y el municipio especial Isla de la Juventud.

REFERENCIAS

- Almonacid, L., Pessacg, N., Diaz, B. G., Bonfili, O., & Peri, P. L. (2021). Nueva base de datos reticulada de precipitación para la provincia de Santa Cruz, Argentina. *Meteorológica*, 46(2), 27-54. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/9670>
- Barcia-Sardiñas, S., González-García, I. T., & Hernández-González, D. (2021). *Control de la calidad y la homogenización de series climáticas para el cálculo de indicadores climáticos extremos en Cuba*. 21, 65-80.
- Bocalandro, M., González-García, I., & Hernández-González, D. (2021). Análisis de indicadores de extremos térmicos y su relación con algunos factores y elementos del clima en la región central de Cuba. *Revista de Climatología*, 21, 1-16.
- Ducré-Robitaille, J.-F., Vincent, L. A., & Boulet, G. (2003). Comparison of techniques for detection of discontinuities in temperature series. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 23(9), 1087-1101. <https://doi.org/10.1002/joc.924>
- ETCCDI. (2021). *Website of ETCCDI Climate Change Indices*. http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml
- Feng, S., Hu, Q., & Qian, W. (2004). Quality control of daily meteorological data in China, 1951-2000: A new dataset. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 22(12), 1441-1453. <https://doi.org/10.1002/joc.773>

Meteorological Society, 24(7), 853-870. <https://doi.org/10.1002/joc.1047>

- Gil-Reyes, L., González-García, I., Hernández-González, D., & Álvarez-Guerrero, M. (2020). Extremos climáticos de temperatura y su relación con patrones atmosféricos de teleconexión durante el invierno. *Revista Cubana de Meteorología*, 26(4).
- González-Rouco, J. F., Heyen, H., Zorita, E., & Valero, F. (2000). Agreement between observed rainfall trends and climate change simulations in the southwest of Europe. *Journal of Climate*, 13(17), 3057-3065. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<3057:ABORTA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<3057:ABORTA>2.0.CO;2)
- Haylock, M. R., Peterson, T. C., Alves, L. M., Ambrizzi, T., Anunciação, Y. M. T., Baez, J., Barros, V. R., Berlato, M. A., Bidegain, M., & Coronel, G. (2006). Trends in total and extreme South American rainfall in 1960-2000 and links with sea surface temperature. *Journal of climate*, 19(8), 1490-1512.
- Hulme, M., Conway, D., Jones, Pd., Jiang, T., Barrow, E. M., & Turney, C. (1995). Construction of a 1961-1990 European climatology for climate change modelling and impact applications. *International Journal of Climatology*, 15(12), 1333-1363. <https://doi.org/10.1002/joc.3370151204>
- INSMET. (2005). *Cronología de todas las tormentas tropicales que han afectado a Cuba desde 1801 hasta 2005*. [Informe oficial]. Instituto de Meteorología.
- INSMET. (2017). *Cronología de los frentes fríos de Cuba*. [Informe oficial]. Instituto de Meteorología.
- INSMET. (2018). *Cronología de los huracanes de Cuba*. [Informe oficial]. Instituto de Meteorología.
- Klein Tank, A. M. G., Wijngaard, J. B., Können, G. P., Böhm, R., Demarée, G., Gocheva, A., Mileta, M., Pashiardis, S., Hejkrlik, L., & Kern-Hansen, C. (2002). Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 22(12), 1441-1453. <https://doi.org/10.1002/joc.773>

- Kruger, A. C. (2006). Observed trends in daily precipitation indices in South Africa: 1910-2004. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 26(15), 2275-2285. <https://doi.org/10.1002/joc.1368>
- López, J. L. A. (2011). Resultados de un control de calidad para datos horarios de precipitación, irradiancia, velocidad y dirección de viento. *Revista de Climatología*, 11.
- NHC. (2020). *Website of National Hurricane Center*. https://www.nhc.noaa.gov/data/#tracks_all
- OMM. (2011). *Guía de Prácticas Climatológicas*. http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo_100_es.pdf
- Otero Martín, M., Machado Monye de Oca, A., Barcia-Sardiñas, S., & Socarrás Padrón, J. (2021). Indicadores de extremos climáticos en Sagua la Grande, Villa Clara, Cuba. *Revista de Climatología*, 21, 43.
- Peterson, T. C., Vose, R., Schmoyer, R., & Razuvaev, V. (1998). Global Historical Climatology Network (GHCN) quality control of monthly temperature data. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 18(11), 1169-1179. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199809\)18:11<1169::AID-JOC309>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199809)18:11<1169::AID-JOC309>3.0.CO;2-U)
- Pila Fariñas, E., & González Pedroso, C. (2011). Climatología sinóptica de las bajas extratropicales que influyen en el archipiélago cubano. *Revista Cubana de Meteorología*, 17(2), 71-86.
- Planos, E., Limia, M., Vega, R., Boudet, D., & Sosa, M. (2005). *Las grandes precipitaciones y las precipitaciones intensas en Cuba. Causas y características*. [Resultado científico técnico]. Instituto de Meteorología.
- Wang, X. L., Chen, H., Wu, Y., Feng, Y., & Pu, Q. (2010). New techniques for the detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49(12), 2416-2436. <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2376.1>
- Zhang, X., Yang, F., & Santos, J. L. (2004). RCLimDex (1.0). Manual del usuario. *Climate Research Branch Environment Canada. Versión en español: Santos, JL CIIFEN*.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de autoría: **Conceptualización:** Idelmis T. González García, Milena Alpizar Tirzo. **Metodología:** Idelmis T. González García, Milena Alpizar Tirzo, Marilee Martínez Álvarez. **Conservación de datos:** Idelmis T. González García, Milena Alpizar Tirzo, Marilee Martínez Álvarez, Meyrelin Bocalandro Palmero, Laura Gil Reyes. **Validación y visualización:** Todos los autores. **Investigación:** Todos los autores participaron en la obtención de los datos. **Software:** Yoandy Alondo Diaz, Milena Alpizar Tirzo. **Redacción - revisión y edición:** Todos los autores.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)