

**ANÁLISIS DE VALORES
MÁXIMOS DE ALTURA DE
PRECIPITACIÓN PLUVIAL
DE LAS ESTACIONES
CLIMATOLÓGICAS DEL
SERVICIO
METEOROLÓGICO
NACIONAL**

Dr. Jair Del Valle Morales

M- C. Erika Hernández Vivar

Dra. Claudia Rojas Serna

**Departamento de Ingeniería de Procesos e
Hidráulica.**

Abstract

This paper presents a methodology and analysis of 24-hour cumulative rainfall depth, recorded at more than 5000 weather stations (EC), which are managed and operated by the National Meteorological Service of Mexico (SMN). The analysis focuses on the annual maximum values of this climatological variable. The results of this analysis are graphs that allows for a quick visualization of the spatial and temporal behaviour of the precipitation depth. The historical maximum rainfall depths are displayed on a nationwide map. Additionally, the data has been structured into detailed tables that include the maximum rainfall values and their ranges for each federal state.

Key words: rainfall depth; EC; SMN; annual maximum value

Resumen

El presente trabajo muestra un metodología y análisis de la información de lámina de lluvia o altura de precipitación acumulada en 24 horas, registrada en sus más de 5000 estaciones climatológicas, EC, que administra y opera el Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN). El análisis se enfoca en el manejo de los valores máximos anuales de esta variable climatológica. Los productos de este análisis son gráficas que permiten la visualización rápida del comportamiento espacial y temporal de la altura de precipitación. Se concentra la información de los valores más altos históricos de lámina de lluvia a través de un mapa de todo el país. Se obtuvieron tablas organizadas de la información, así como rangos de valores de la lámina de lluvia máxima ocurrida por entidad federativa.

Palabras clave: altura de precipitación; EC; SMN; valor máximo anual.

Introducción

Cuando ocurre el fenómeno de precipitación, sea esta una lluvia ligera o una tormenta severa, lo que sucede en términos de mediciones es que este fenómeno físico pasa a formar parte de un registro, es decir, la precipitación se registra en una base de datos de mediciones de variables hidrometeorológicas.

La unidad de altura de precipitación es la profundidad lineal, normalmente en milímetros (volumen/área) (OMM, 2023). Las mediciones diarias de precipitación deben efectuarse a horas fijas comunes para toda la red de interés; en México se mide generalmente a las 8 de la mañana y los valores registrados representan el acumulado diario de la lluvia, es decir, el acumulado diario a cada 24 horas.

En México, el organismo encargado de gestionar esta base de datos es el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) dependiente de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el cual posee una red de estaciones climatológicas (EC) distribuidas a lo largo del territorio mexicano. Éstas además de registrar el valor de precipitación, reportan valores de temperatura y evaporación en un intervalo de 24 horas. También, el SMN cuenta con una red de estaciones meteorológicas automatizadas (EMAs) y una red de estaciones sinópticas meteorológicas automatizadas (ESMAs), las cuales reportan valores cada 10 minutos de las variables meteorológicas que miden. La información de *hp* de estos últimos tipos de estaciones de registro de variables meteorológicas (EMA y ESMA) queda fuera del análisis del presente artículo.

En este trabajo, se presenta un análisis de la información de de lluvia acumulada en 24 horas disponible en la página

oficial del sitio web del SMN para modelar el comportamiento de las lluvias máximas anuales de manera temporal y espacial.

OBJETIVO

El objetivo principal del presente trabajo es mostrar una metodología fácil de implementar para obtener series de tiempo de valores máximos anuales de precipitación y conocer el comportamiento de este parámetro tanto en el espacio como en el tiempo. Finalmente se calculan, organizan y sintetiza la información de los datos máximos de lámina de lluvia de las más de 5000 EC con las que cuenta el SMN, sin importar si las estaciones se encuentran midiendo (operativas) o no (suspendidas).

METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el presente artículo se describe con detalle en los siguientes párrafos.

Primer paso: revisión de la información de los valores de altura de precipitación (valores máximos acumulados en 24 horas). Esta información se encuentra disponible en la página oficial del SMN (2025): <https://smn.conagua.gob.mx/es/> en la sección “Climatología” (último acceso: julio 2025).

Segundo paso: revisión de la estructura de cómo se encuentra almacenada la información, además del tipo de archivo a manipular (es decir, el formato del archivo). En este caso, los archivos son archivos simples, escritos en código ASCII o formato txt, con fácil acceso a ella con cualquier bloc de notas y también con cualquier lenguaje de programación (Python, R, Matlab, C++, Fortran, entre otros).

Para el presente análisis, se utilizó la información estadística mensual del SMN. En este sentido, estos archivos txt en particular poseen la siguiente estructura general.

- Un encabezado, donde se indican el nombre de la dependencia federal a la que pertenece la información (Comisión Nacional del Agua), coordinación dentro de la dependencia y tipo de base de datos; tipo de estadístico; última modificación hecha al archivo, así como información general de la estación climatológica (ID, nombre, coordenadas geográficas en formato decimal, entre otros aspectos.)
- Lluvia máxima acumulada en 24 horas.
- Lluvia total mensual.
- Evaporación mensual.
- Temperatura máxima promedio.
- Temperatura máxima extrema.
- Temperatura mínima promedio.
- Temperatura mínima extrema.
- Temperatura media mensual.

Es recomendable siempre revisar con detenimiento la información de las variables arriba descritas, porque es posible que alguna estación en específico no cuente con los datos medidos de alguno de los parámetros señalados.

Tercer paso: selección únicamente de la información de la lluvia acumulada en 24 horas. En este paso, se realiza el cálculo de los valores máximos anuales. Es posible encontrar valores iguales a cero y también se puede encontrar huecos o ausencia de valores en los

meses de un año en particular. Todo esto se toma en cuenta para determinar los valores máximos anuales. Al final de este paso, se obtienen las series de tiempo de valores máximos anuales de lluvia.

Cuarto paso: automatización de los procesos para la obtención de tablas y figuras mediante un lenguaje de programación. En este caso se utilizó Python, particularmente las siguientes librerías fueron cruciales para procesar la información de las más de 5000 EC del SMN: Pandas (2025), Matplotlib (2025) y Numpy (Harris, C. R., *et al.* (2020)). Por otra parte, se elaboró un mapa del país con los valores máximos de altura de precipitación. En cada entidad federativa se muestra el valor máximo histórico ocurrido. Esto se representa mediante un punto circular, el cual su ubicación representa la posición exacta de la EC donde ese máximo valor de altura de precipitación histórico de la entidad. Para obtener ese máximo valor estatal, se analizaron los máximos históricos de todas las EC que se encuentran en cada entidad. Las tablas que se generaron contienen la información de la altura de precipitación acumulada en 24 horas mensual y el valor de lámina de lluvia máxima anual. Las figuras realizadas son de dos tipos: a) serie de tiempo, y b) serie de datos ordenados de forma ascendente. Los detalles de las figuras y tablas se presentan en la siguiente sección de resultados.

En general, los cuatro pasos descritos anteriormente conforman la metodología diseñada para manipular, organizar y presentar la información de altura de precipitación pluvial o lámina de lluvia que ofrece el SMN a través de sus EC. Cabe agregar que se realizó este análisis de valores máximos de lámina de lluvia

para las 5501 EC de la red del SMN

RESULTADOS

Con base en la metodología presentada en la sección anterior, se han elaborado tablas y gráficas de los valores máximos anuales de precipitación de las 5501 EC.

En primer lugar, se obtuvieron series de tiempo de los valores máximos de precipitación. Para su elaboración, se agregaron los años faltantes con el fin de mostrar los huecos que existen en los registros. En este sentido, en la Figura 1 se presenta un ejemplo de este tipo de gráfico. En él, la línea y los puntos de color azul representan la serie de valores máximos anuales de precipitación de lluvia; con un punto de color rojo, se indica el máximo de la serie de datos; en la parte superior de la gráfica se han agregado valores de tendencia central de la serie de datos; máximo, promedio, mediana y moda; finalmente, en el título se indica el ID de la estación a la que pertenece la información.

En segundo lugar, se elaboró otro tipo de gráfica para cada EC, donde la serie de datos de valores máximos anuales de lámina de lluvia se ordenaron de menor a mayor. El objetivo de este tipo de gráfico es observar el comportamiento del conjunto de valores máximos, particularmente aquellos datos que se despegan del resto de valores, formando un subconjunto de datos que se pueden considerar, bajo esta ordenación de la información, un conjunto de valores extremos o extremos; la Figura 2 muestra este tipo de gráfica. En ella, en puntos y línea de color azul se presentan los datos ordenados de menor a mayor; con un punto de color rojo se indica el máximo valor; en el eje vertical se presentan los valores de hp , en el eje horizontal se muestra el número

de datos correspondiente a la EC en cuestión, además de indicar en este mismo eje el ID de dicha EC de análisis. Cabe aclarar que el máximo valor que se presenta en la gráfica con un punto

de color rojo es el mismo valor que se muestra con el mismo punto circular de color rojo de la Figura 1.

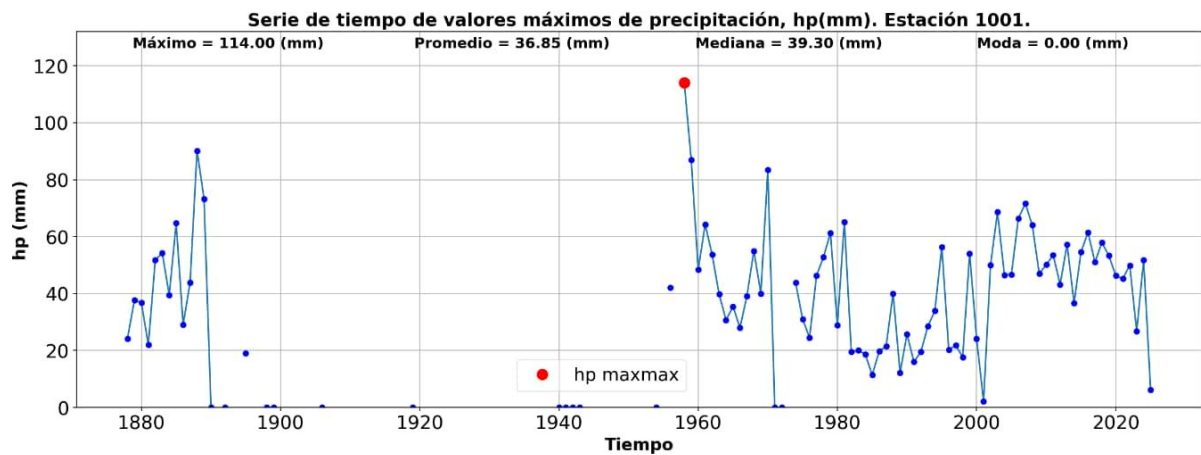


Figura 1: Serie de tiempo de valores máximos anuales de precipitación de la estación climatológica 1001.

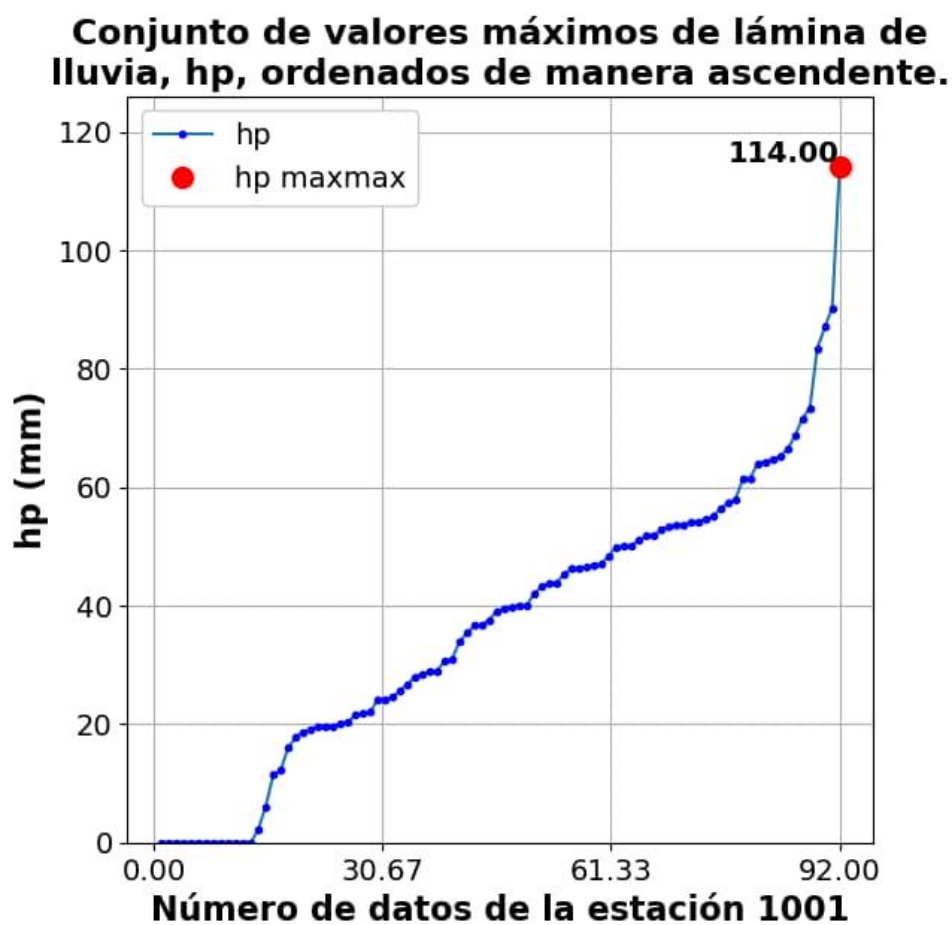


Figura 2: Conjunto de datos de valores máximos anuales de lluvia ordenados de menor a mayor, correspondientes a la estación climatológica 1001.

Por otra parte, se generaron para las EC las tablas de valores máximos anuales, esto para complementar el análisis. Como ejemplo y para fines prácticos, no se muestran dichos valores, ya que se presenta de manera visual en la Figura 1, y que por simple inspección en dicha figura, se observa que el número total de datos son 92 para esta EC en particular, es decir, son 92 años de valores máximos anuales. Con esto, el análisis temporal de la información queda terminada, es decir, para cada EC se realizaron sus dos figuras y su tabla de valores, con lo cual se observa para un punto espacial, la evolución temporal de los valores máximos anuales de precipitación. Es importante señalar que en este artículo únicamente se está presentando la información de una sola EC, en este caso la EC 1001 que pertenece al Estado de Aguascalientes, pero como se ha señalado antes, esto se realizó para el total de las EC de toda la red que gestiona el SMN. Entonces, las dos figuras (Figura 1 y Figura 2), más su tabla correspondiente (formato .xlsx) ya depurada, ordenada y con su columna adicional que contiene los valores máximos anuales se encuentran hechas y respaldadas por el grupo de Ingeniería Hidrológica del departamento de Ingeniería de Procesos y Hidráulica (IPH) de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I), la cual puede ser consultada previa solicitud a dicho grupo de trabajo. En la Tabla 1 se muestra el número de EC por Estado de la República Mexicana, tanto operativas

como suspendidas.

Para observar cómo se comporta la información espacialmente, se obtuvo el valor más alto de precipitación por cada EC representados con su respectiva gráfica con el punto de color rojo que se observan en la Figura 1 y en la Figura 2; con estos datos y para cada entidad federativa, se construyó una tabla y su gráfica con los valores más altos de lluvia de todas las EC contenidas en cada entidad respectivamente.

En la Figura 3 se muestra el conjunto de datos más altos de altura de precipitación de cada EC del estado de Aguascalientes. En dicha figura, en puntos y con una línea de color azul se muestran los valores máximos históricos de precipitación de cada EC contenida; con un punto de color rojo se indica el valor más alto registrado, así como el ID de la EC a la que corresponde dicho valor; en un punto de color negro el valor máximo más bajo ocurrido junto con la etiqueta del ID de la EC a la que corresponde dicho valor.

En este sentido, es posible construir una serie de rangos de valores máximos para cada estado. Estos rangos se presentan en la Tabla 2. Finalmente, elaboró un mapa que representa a los valores más altos de lluvia ocurridos en cada entidad federativa (ver mapa de la Figura 4). Los puntos que se muestran en dicho mapa señalan la ubicación de la EC donde se ha presentado el máximo valor de la altura de precipitación.

Estado (identificador corto dado por el SMN)	Número de EC	Estado (identificador corto dado por el SMN)	Número de EC
Aguascalientes (ags)	73	Morelos (mor)	76
Baja California (bc)	139	Nayarit (nay)	80
Baja California Sur (bcs)	165	Nuevo León (nl)	172
Campeche (camp)	82	Oaxaca (oax)	356
Chihuahua (chih)	279	Puebla (pue)	215
Chiapas (chis)	302	Querétaro (qro)	63
Coahuila (coah)	119	Quintana Roo (qroo)	61
Colima (col)	57	Sinaloa (sin)	168
Ciudad de México (df)	61	San Luis Potosí (slp)	189
Durango (dgo)	167	Sonora (son)	289
Guerrero (gro)	238	Tabasco (tab)	84
Guanajuato (gto)	162	Tamaulipas (tamps)	199
Hidalgo (hgo)	151	Tlaxcala (tlax)	56
Jalisco (jal)	275	Veracruz (ver)	376
Estado de México (mex)	351	Yucatán (yuc)	97
Michoacán (mich)	238	Zacatecas (zac)	161
Subtotal de EC	2859	Subtotal de EC	2642
Total de EC	5501		

Tabla 1: Número de EC tanto operativas como suspendidas por estado de la República Mexicana.

Valores más altos de hp ordenados de manera ascendente de todas las EC del estado: Aguascalientes

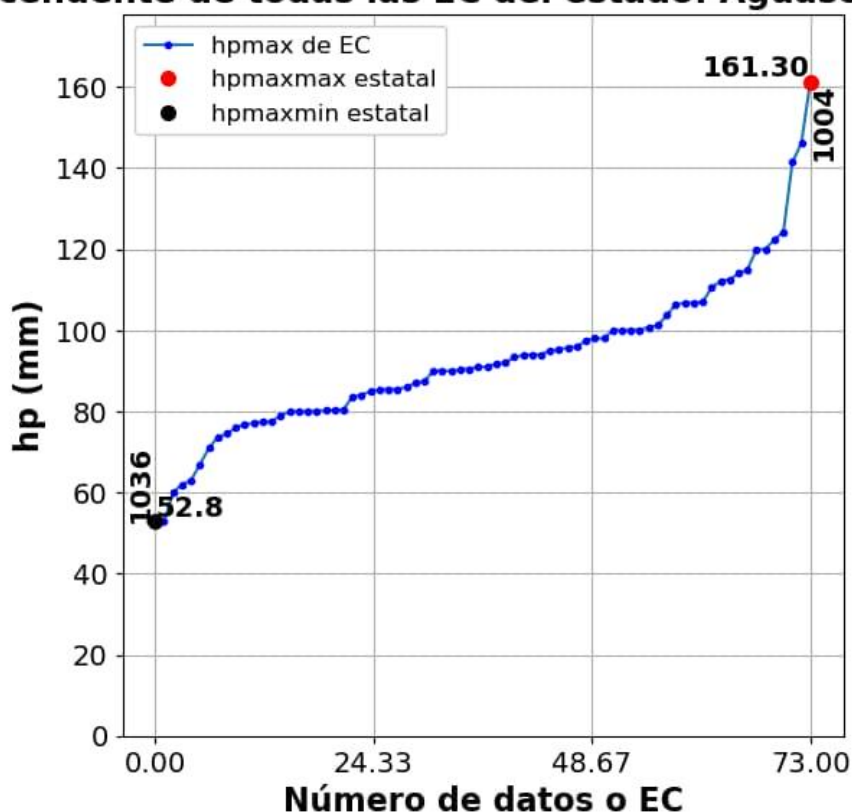


Figura 3: Valores más altos de lámina de lluvia ordenados de menor a mayor de todas las EC del estado de Aguascalientes.

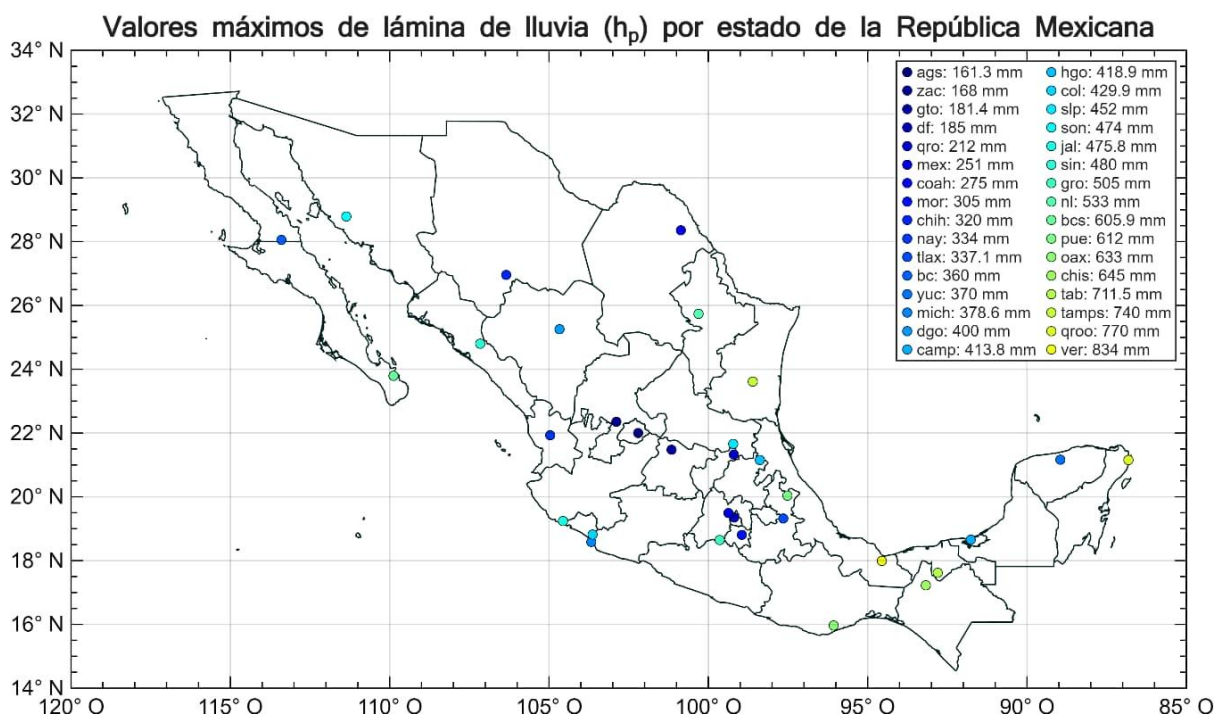


Figura 4: Valores máximos de lámina de lluvia registrados por cada entidad federativa.

Estado	Rango del valor máximo de h_p (mm)	Estado	Rango del valor máximo de h_p (mm)
Aguascalientes	52.80 - 161.30	Morelos	64.00 - 305.00
Baja California	7.00 - 360.00	Nayarit	0.00 - 334.00
Baja California Sur	17.20 - 605.90	Nuevo León	40.00 - 533.00
Campeche	78.20 - 413.80	Oaxaca	46.00 - 633.00
Chihuahua	10.00 - 320.00	Puebla	37.00 - 612.00
Chiapas	50.00 - 645.00	Querétaro	29.00 - 212.00
Coahuila	23.00 - 275.00	Quintana Roo	110.00 - 770.00
Colima	102.00 - 424.90	Sinaloa	14.00 - 480.00
Ciudad de México	12.90 - 185.00	San Luis Potosí	41.40 - 452.00
Durango	29.75 - 400.00	Sonora	28.80 - 474.00
Guerrero	75.00 - 505.00	Tabasco	120.00 - 711.50
Guanajuato	50.70 - 181.40	Tamaulipas	70.00 - 740.00
Hidalgo	35.00 - 418.90	Tlaxcala	42.00 - 337.10
Jalisco	0.00 - 475.80	Veracruz	48.20 - 834.00
Estado de México	11.00 - 251.00	Yucatán	61.30 - 370.00
Michoacán	52.00 - 378.60	Zacatecas	50.00 - 168.00

Tabla 2: Rangos de valores máximos para la precipitación pluvial de todas las EC por Estado de la República Mexicana.

CONCLUSIONES

Se ha realizado un análisis de valores máximos de lluvia o precipitación pluvial. Estos valores máximos provienen de los registros de h_p acumulados en 24 horas, es decir, datos diarios, que registran los miles de EC de la red que administra el SMN.

Caber señalar que existen EC que se encuentran operativas y otras que no. Sin embargo, no se descartó ninguna, se utilizó el total de la información de las 5501 EC del SMN. Se revisó y analizó el comportamiento de la información de valores máximos tanto temporal como espacialmente, dando como resultados miles de gráficas como las mostradas

en la Figura 1 y Figura 2 para el caso temporal. Para el caso espacial, se realizaron gráficas como la de la Figura 3, que dieron lugar a 32 gráficas, es decir, una gráfica por entidad federativa. Finalmente, se englobó esta información espacial en un mapa (Figura 4), donde se muestra el máximo histórico ocurrido en alguna de las EC, indicando a su vez la posición exacta de la EC. En dicho mapa, la información se encuentra organizada de tal manera que sea muy fácil su lectura o interpretación; se ordenaron los valores más altos de lámina de lluvia de menor a mayor, representados mediante puntos los cuales siguen un gradiente de colores, donde los colores oscuros son los valores más bajos y los colores claro representan los valores más altos de lámina de lluvia.

Por otra parte, en la Tabla 2 se presentan los rangos de valores de precipitación pluvial máxima. De ella se destacan que existen dos EC que registran valores máximos de cero. Estas estaciones son: la EC 18057 que se encuentra en el estado de Nayarit, y la EC 14342 que se encuentra en el estado de Jalisco. Al revisar dichas EC, se observó que en todos los años que registraron información, donde hubo registro, todos los valores fueron reportados iguales a cero, de ahí que se tenga ese “máximo histórico” más bajo dentro del rango de valores señalado en dicha tabla para cada una de las dos entidades federativas antes mencionadas.

Todos estos hallazgos resultan interesantes, además de que muestran

una lectura muy rápida de la información de lluvia máxima acumulada en 24 horas se presenta de manera optimizada, esto con fines de consulta o comparación con otros análisis que se estén realizando donde se vea involucrada el uso y manejo de información de esta variable climatológica.

Referencias

- [1] **Harris, C.R., Millman, K.J., van der Walt, S.J. et al. (2020).** *Array programming with NumPy*. Nature 585, 357–362. DOI: 10.1038/s41586-020-2649-2.
- [2] **Matplotlib (2025).** *The Matplotlib Development Team. Matplotlib: Visualization with Python (v3.10.3)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15375714>
- [3] **OMM (2023).** *Organización Meteorológica Mundial, Guía de instrumentos y métodos de observación, Vol 1 – Mediciones de variables meteorológicas*, OMM N°8.
- [4] **Pandas (2025).** *The pandas development team; pandas-dev/pandas: Pandas (v2.3.1)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15831829>
- [5] **SMN (2025).** *Servicio Meteorológico Nacional*: <https://smn.conagua.gob.mx/es/>. Sección “Climatología” (último acceso: julio 2025).