

Recibido: 4 de febrero 2026 / Aceptado: 15 de mayo 2026

HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS PLUVIOMÉTRICOS

TECHNOLOGICAL TOOL FOR THE ANALYSIS OF RAINFALL DATA

Dan Salvador García Guevara¹, Edgardo Tomas Martínez², Miguel Alcaraz Vázquez³,
Marco Antonio Adame Ramírez⁴, Arnulfo Catalán Villegas⁵, Gustavo A. Alonso-Silverio⁶

Resumen:

Actualmente, los fenómenos hidrometeorológicos representan un factor crítico en la ingeniería civil, ya que la variabilidad y el cambio climático inciden de manera directa en el diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura. En este contexto, los semilleros de investigación SIGRON y PEGASUS presentan una propuesta tecnológica basada en ciencia de datos para la estimación de lluvias de diseño a partir de registros pluviométricos del IDEAM en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá. Los datos diarios fueron depurados y procesados en Python para conformar series de máximos anuales, sobre las cuales se ajustó una distribución Generalizada de Valores Extremos (GEV). El modelo permite calcular precipitaciones de diseño asociadas a diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años), incorporando además intervalos de confianza mediante bootstrap para cuantificar la incertidumbre. Como resultado, se logra una herramienta reproducible que combina procesamiento automatizado, análisis probabilístico y visualización gráfica, ofreciendo a los ingenieros civiles una base más robusta para la planificación y gestión del riesgo frente a eventos de precipitación extrema.

Palabras claves: Fenómenos hidrometeorológicos, Lluvias de diseño, Ingeniería civil, Modelos estadísticos, Distribución GEV, Precipitación extrema, Análisis de datos.

Abstract

Currently, hydrometeorological phenomena are a critical factor in civil engineering, since climate variability and change directly affect the design, construction, and maintenance of infrastructure. In this context, the research groups SIGRON and PEGASUS present a data science-based proposal for the estimation of design rainfall from IDEAM records in the locality of Ciudad Bolívar, Bogotá. Daily data were cleaned and processed in Python to construct annual maximum series, on which a Generalized Extreme Value (GEV) distribution was fitted. The model allows the calculation of design rainfall associated with different return periods (2, 5, 10, 25, 50, and 100 years), while also incorporating confidence intervals via bootstrap to quantify uncertainty. As a result, a reproducible tool is achieved that combines automated processing, probabilistic analysis, and graphical visualization, providing civil

1 **Tecnólogo en Construcciones Civiles, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, Bogotá D.C.**
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, Bogotá D.C. jsgarzon@udistrital.edu.co

2 **Tecnólogo en Sistematización de datos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, Bogotá D.C.**
Afilación institucional: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. cabejaranoc@gmail.com, cabejaranoc@udistrital.edu.co

3 **Tecnóloga en Sistematización de datos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, Bogotá D.C.**
Afilación institucional: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, linabonill06@gmail.com, lmbonillr@udistrital.edu.co

engineers with a more robust basis for planning and risk management in the face of extreme precipitation events.

Keywords: Hydrometeorological phenomena, Design rainfall, Civil engineering, Statistical models, GEV distribution, Extreme precipitation, Probabilistic analysis.

1. Introducción

El cambio climático representa un gran desafío para la ingeniería civil, ya que ha intensificado los fenómenos naturales, alterando su distribución, frecuencia e intensidad y aumentando la vulnerabilidad de zonas montañosas y de bajos recursos. En Colombia, eventos como El Niño y La Niña han evidenciado este impacto, causando daños a infraestructuras, disminución de la producción y graves consecuencias sociales.

A partir de lo anterior, el Ministerio de ambiente llevó a cabo propuestas y diferentes estudios de amenazas ambientales por medio de la implementación de estaciones pluviométricas del IDEAM a nivel nacional, sin embargo, según informes desde el 2021 denominado “Estudio de Riesgo por Efectos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo E2050 de Colombia – Fase 1, el análisis de datos pluviométricos sigue siendo limitado debido a la complejidad y el tiempo que requiere su procesamiento manual, lo que dificulta entender con precisión estos fenómenos.[1]

En este marco, según el artículo “Relación entre la ingeniería civil y las inundaciones en Colombia” (2024) [2], es necesario proyectar el comportamiento futuro de los fenómenos para evaluar y comparar riesgos, lo que impulsa el desarrollo de tecnologías y modelos predictivos que faciliten la recolección y monitoreo de datos hidrológicos y meteorológicos para anticipar eventos extremos y apoyar la adaptación al cambio climático.

Por lo tanto, en el presente artículo se propone compartir una propuesta tecnológica de los semilleros SIGRON y PEGASUS para optimizar el análisis de datos pluviométricos con ciencia de datos en PyScript, con el fin de mejorar la gestión frente al cambio climático en Ciudad Bolívar (Bogotá), territorio de especial interés por su topografía montañosa de un 90% y un 72% de su extensión corresponde a zona rural, altamente vulnerable a precipitaciones intensas y prolongadas [3].

Ahora bien, para contextualizar el estado actual del tema es importante revisar antecedentes de investigación realizadas en el ámbito nacional e internacional sobre el análisis hidrometeorológicos y herramientas o métodos estadísticos aplicados a la

ciencia de datos.

El Estudio de Riesgo por Efectos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo E2050 de Colombia (2021) [1], elaborado por INGENIAR CAD/CAE Ltda. bajo la dirección de Omar Darío Cardona y su equipo, propone una metodología probabilista para evaluar riesgos climáticos en distintos sectores y territorios. Mediante modelos matemáticos de precipitación y análisis de series simuladas basados en datos históricos, y aspectos como lugar, temperatura y humedad, los cuales constituyen a un antecedente clave para investigaciones sobre datos pluviométricos y para el diseño de políticas y estrategias de adaptación al cambio climático en Colombia.

El estudio “Análisis en el nivel de precipitaciones por medio de la elaboración de los mapas de isohietas y curvas IDF del departamento de Cundinamarca” (2020) [4], realizado por López, Zambrano y Obando, quienes analizaron la precipitación en Cundinamarca a partir de datos de 110 estaciones del IDEAM (1990-2019). Esto mediante mapas de isohietas en AutoCAD 3D y curvas IDF en Excel, en donde identificó municipios con mayor y menor intensidad de lluvias. Sus resultados aportan información organizada y patrones detallados de precipitación, constituyendo un antecedente relevante para estudios en la región.

El referente “Técnicas de extracción y carga de datos de estaciones meteorológicas” (2019), desarrollado por Héctor Ramón López en la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, tuvo como objetivo crear un algoritmo para adquirir datos meteorológicos mediante web scraping (ETL) [5], usando PHP y la librería cURL. El algoritmo permitió recolectar información en tiempo real, normalizarla y almacenarla en bases de datos. Su principal aporte es ofrecer una solución práctica y robusta para la recopilación y organización de grandes volúmenes de datos, constituyendo una base metodológica para desarrollos posteriores en Python y JavaScript.

Por último, ya usando aplicaciones tecnológicas para el análisis y visualización de datos tenemos el referente “Análisis de tendencias climáticas con RCLindex en el departamento de Caldas, Colombia”, elaborado por Ocampo-López et al., en diciembre de 2020. analizó series históricas de precipitación con RCLindex[6] para identificar tendencias en índices climáticos extremos. Los resultados mostraron un aumento de precipitaciones en periodos húmedos en distintas zonas, destacando la utilidad de herramientas tecnológicas para comprender la variabilidad climática y apoyar la adaptación.

Teniendo en cuenta lo anterior, los antecedentes son recientes y constan en proporcionar mayor claridad en el análisis y desarrollo de nuevas soluciones para el análisis de datos pluviométricos, por lo tanto, en el presente artículo se estructura en tres apartados principales, en primer lugar, se expone los materiales y métodos del tema, que incluye la explicación de conceptos y herramientas

fundamentales relacionados con la pluviometría, el análisis estadístico y los modelos de probabilidad. En segundo lugar, se presenta la implementación, como base para la estimación probabilística de eventos extremos de precipitación. Y finalmente, se muestran los resultados obtenidos, acompañados de su discusión para resaltar la relevancia de la propuesta en la optimización del análisis de datos y en la toma de decisiones en ingeniería civil.

2. Materiales y Métodos

2.1 Conceptos

2.1.1 Fenómenos hidrometeorológicos

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2018) define los fenómenos hidrometeorológicos como eventos naturales derivados de procesos atmosféricos relacionados con el agua en sus distintos estados, tales como lluvias intensas, tormentas, inundaciones, sequías, vendavales y tornados, los cuales representan importantes amenazas para la sociedad, el ambiente y la infraestructura. [7]

2.1.2 Precipitaciones

El libro “Hidrología Aplicada: Análisis de la precipitación” de Estilita Ruiz Romera y Miren Martínez Santos define la precipitación como todas las formas en que el agua llega a la superficie terrestre (lluvia, hielo o nieve), cuyas principales características son la forma, intensidad, duración y efectos en el ambiente. [8]

2.1.3 Pluviometría

De acuerdo con la “Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales” de la IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), define la pluviometría como la medición y estudio de la cantidad de precipitación que cae en una superficie específica. [9]

2.1.4 Estaciones meteorológicas

Una estación meteorológica es un conjunto de herramientas diseñados para medir y registrar diversas variables del ambiente como la temperatura, precipitaciones, humedad relativa, velocidad, dirección del viento, presión atmosférica, radiación solar, entre otros. [10]

2.1.5 Análisis de datos

El análisis de datos es un ámbito científico y técnico que consiste en aplicar métodos estadísticos, matemáticos y computacionales para organizar e interpretar información

con el propósito de identificar patrones, detectar tendencias, extraer conclusiones, validar hipótesis y apoyar la toma de decisiones.

2.1.6 Gestión de riesgo en ingeniería civil

Según Gestión de riesgos en planificación de obras civiles: mitigación de retrasos y sobrecostos en construcción, “la gestión de riesgos en la planificación de obras civiles es un proceso esencial para prevenir retrasos y sobrecostos en proyectos de construcción” esto incentiva a la adaptación acorde al ambiente y el fortalecimiento de infraestructuras. [11]

2.1.7 Normalización de datos

Según la Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana la normalización son una serie de normas empleado para mejorar el esquema lógico de una base de datos de modo que se elimina duplicados, ambigüedades y evita pérdidas de información. [12]

2.2 Herramientas y operaciones

2.2.1 Bases de datos hidrometeorológicas abiertas (IDEAM)

El IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) de Colombia cuenta con una base de datos hidrometeorológicas abiertas, accesible al público a través del Sistema de Información para la Gestión de Datos Hidrológicos y Meteorológicos, que ofrece herramientas para la consulta, gestión y descarga de variables esenciales como la temperatura, precipitación, humedad, viento, entre otras. [13]

2.2.2 PyScript

PyScript es una herramienta de código abierto que permite usar Python en el navegador, integrándolo con tecnologías web como HTML y JavaScript, lo cual facilita crear aplicaciones y visualizaciones interactivas con librerías científicas y de análisis de datos.

2.2.3 Librería Python

2.2.3.1 Matplotlib

Librería de visualización que permite crear gráficos estáticos y personalizables como líneas, barras o dispersión, siendo la base de la mayoría de gráficos en Python.

2.2.3.2 Pandas

Herramienta que facilita el análisis de datos a partir de datos tabulares como son las

hojas de Excel, permitiendo cargar, limpiar, fusionar y transformar datos de manera eficiente.

2.2.3.3 NumPy

Librería que proporciona soporte para arreglos multidimensionales y operaciones matemáticas rápidas, siendo la base del cálculo científico en Python.

2.2.3.4 JS

Herramienta que permite acceder a objetos de JavaScript desde Python en PyScript, conectando funcionalidades del navegador como consola, ventanas o manejo de datos JSON.

2.2.3.5 Bokeh

Librería de visualización interactiva orientada a la web; `figure` crea gráficos y `json_` item los convierte en JSON para integrarlos en páginas.

2.2.3.6 SciPy

Colección de funciones científicas y estadísticas que permite aplicar distribuciones, análisis estadísticos, y modela eventos extremos.

2.2.3.7 Seaborn

Librería de visualización basada en Matplotlib que facilita la creación de gráficos estadísticos con estilos más elegantes y análisis simplificados.

2.2.4 Modelo extremo regresión lineal

La regresión lineal es una técnica estadística que se utiliza para modelar la relación entre una variable dependiente (Y) y una o más variables independientes (X), bajo la idea de que esa relación puede aproximarse mediante una línea recta (en el caso de regresión lineal simple) o un plano/hiperplano (en el caso de la regresión lineal múltiple).

En palabras más sencillas: sirve para predecir o explicar cómo cambia una variable cuando otra varía. Por ejemplo, podrías usarla para analizar si la cantidad de lluvia (X) influye en el número de deslizamientos en una zona (Y).

La fórmula más común en la regresión lineal simple es:

$$Y = a + \frac{\sigma}{\xi} X + \xi \quad (1)$$

2.2.5 Distribución GEV

La distribución GEV es una herramienta estadística utilizada para modelar los valores extremos de una variable aleatoria, en este caso las precipitaciones máximas. Esta distribución combina tres tipos de distribuciones (Gumbel, Fréchet y Weibull) en un solo marco teórico, lo que le da gran flexibilidad para describir diferentes comportamientos de datos extremos.

En el análisis hidrológico, su función principal es representar adecuadamente los valores máximos anuales de lluvia, ya que estos son los que pueden generar desbordamientos, inundaciones o movimientos en masa. De esta manera, la GEV permite cuantificar probabilísticamente la ocurrencia de eventos raros pero de gran impacto.

$$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-1 / \xi} \right\}, \text{ para } 1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) > 0 \quad (2)$$

2.2.6 Curva de Niveles de Retorno

La curva de niveles de retorno es una representación gráfica que relaciona la magnitud de un evento extremo (por ejemplo, la lluvia máxima en 24 horas) con su periodo de retorno o frecuencia de ocurrencia. El periodo de retorno se define como el intervalo promedio de años en el que se espera que ocurra un evento de cierta magnitud. Por ejemplo, una lluvia con periodo de retorno de 50 años no significa que ocurra exactamente cada 50 años, sino que la probabilidad de que ocurra en un año dado es del 2%. Esta curva es de gran importancia en ingeniería civil, ya que permite diseñar obras hidráulicas (alcantarillados, diques, canales, etc.) con un nivel de seguridad adecuado frente a eventos extremos, evitando subdimensionamientos o sobredimensionamientos costosos.

$$x_r = \mu + \frac{\sigma}{\xi} \left[\left(- \ln \left(1 - \frac{1}{r} \right) \right)^{-\xi} - 1 \right] \quad (3)$$

2.2.7 QQ-Plot (Validación del Ajuste)

El QQ-Plot (Quantile-Quantile Plot) es una herramienta gráfica que se utiliza para validar si los datos observados se ajustan adecuadamente a la distribución estadística seleccionada, en este caso la GEV. El gráfico compara los cuantiles teóricos de la distribución ajustada con los cuantiles empíricos de los datos reales. Si los puntos representados se alinean aproximadamente en una línea recta, se concluye que el ajuste es adecuado. Este método es fundamental en el análisis, porque asegura que las predicciones sobre lluvias extremas y niveles de retorno se basan en un modelo representativo de la realidad, lo que brinda mayor confianza en la toma de decisiones para la planificación y el diseño de obras civiles.

$$\text{핀}_{emp}(p) \text{ us } \text{핀}_{teo}(p) \quad (4)$$

2.3 Implementación

2.3.1. Flujo del proceso de uso del analizador

Flujo del proceso de uso del analizador

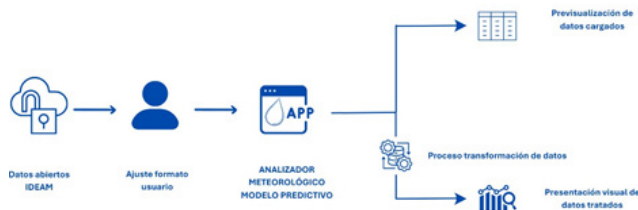


Figura 1. Flujo del proceso de uso del analizador

Fuente: elaboración propia

El proceso de uso de la herramienta tecnológica para el análisis de datos pluviométricos posee varios pasos para ejecutar su uso, los cuales son los siguientes:

2.3.1.1 Datos abiertos IDEAM

En los Datos abiertos del IDEAM para la consulta y descarga de datos hidrometeorológicos [14], en donde se puede descargar los datos en formato de Excel o con extensión CSV.

2.3.1.2. Ajuste formato usuario

En este paso el usuario debe ajustar el formato solo para dejar dos columnas, una con la fecha (primera columna) y otra con el valor (segunda columna), agregar en la parte superior como encabezado de las columnas el nombre de fecha y valor, el archivo debe ser exportado formato CSV para que el programa lo pueda leer.

2.3.1.3. Analizador Meteorológico - Modelo Predictivo

En este paso se debe cargar el archivo previamente ajustado, seleccionando el botón designado para cargar de archivo, la herramienta previsualizará los datos cargados, posterior a ello hacer clic en el botón de procesar y predecir

2.3.1.4. Procesamiento Transformación de datos

En este punto se aplican los modelos estadísticos mencionados, así como se ejecuta el uso de las librerías de Python enfocadas en la web con PyScript, en este punto los datos son transformados, pasando de datos a información (cuando el modelo a partir de los datos aplica una interpretación o también denominado como predecir)

2.3.1.5. Previsualización de los datos

En este paso los datos cargados inicialmente por el usuario ya ajustados son mostrados (previsualizados), para que el usuario confirme si ha cargado el archivo correcto.

2.3.1.6. Presentación visual de datos tratados

En este punto los datos que ya fueron transformados son usados y organizados de forma que el usuario pueda tener una visual entendible, para la toma de decisiones y la clara interpretación de la información que el modelo le está mostrando como resultado final.

2.3.2. Flujo a través de la infraestructura de la Herramienta

En este flujo se muestra como se mueve los diferentes elementos que se le proporcionan a la herramienta y el resultado que la herramienta proporciona.

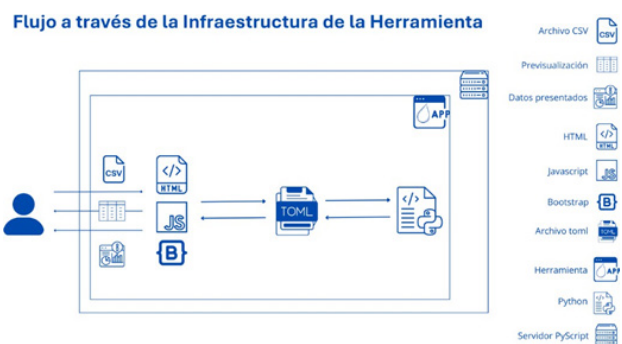


Figura 2. Flujo a través de la Infraestructura de la Herramienta

Fuente: elaboración propia

De la imagen anterior podemos observar que el usuario proporciona el archivo CSV el cual se recibe de un inicio de index de HTML, a partir de Javascript se proporciona una tabla en la interfaz para que el usuario previsualice la información presentada y adecuada con Bootstrap. La

información del CSV es leída y enviada a Python a través de una lista de lista (matriz), cada archivo es recibido en el Python y es leído con una iteración, el archivo TOML posee la configuración e instalación de los paquetes necesario para el funcionamiento de la herramienta, así como el cargue en el navegador y la exposición en el navegador de Python, los datos del Python son mostrados en contenedores con id, los cuales están estilizados con Bootstrap, en donde todo fluye en el servidor de PyScript [15].

3. Resultados y Discusión

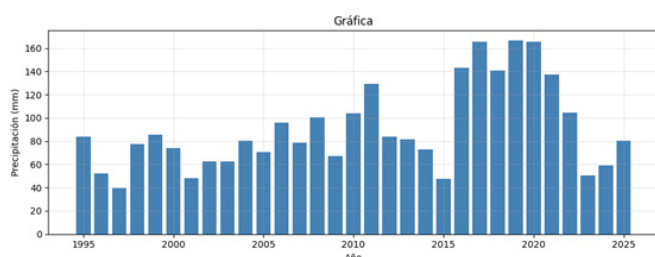


Figura 3. Registro histórico de precipitaciones desde 1995-2025

Fuente: elaboración propia

La Figura 3 muestra el registro histórico de precipitaciones entre 1995 y 2025 en donde se observan variaciones interanuales notorias. Por ejemplo, entre 1995 y 2010, los valores se mantienen relativamente bajos y con oscilaciones moderadas, con precipitaciones que no superan los 120 mm, por otro lado, entre 2016 y 2020 el periodo más lluvioso del registro. En síntesis, el gráfico evidencia que, aunque existe una tendencia de incremento en las lluvias hasta 2020, los últimos años muestran una reducción y mayor inestabilidad, lo que subraya la importancia de emplear análisis estadísticos y modelos predictivos para la planificación y adaptación ante el cambio climático.

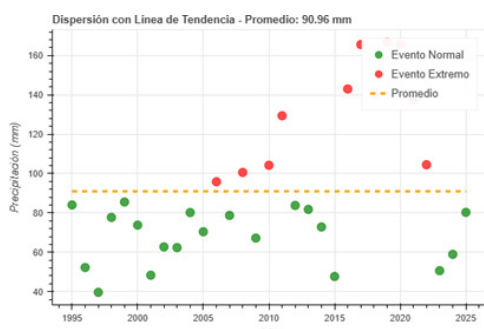


Figura 4. Registro histórico de precipitaciones normales y extremos

desde 1995-2025

Fuente: elaboración propia

A partir de la figura 4, se evidencia que el promedio de precipitaciones es 90.96 mm, el cual se encuentra representado en la línea punteada, también cuenta con eventos normales entre 40 y 100 mm y picos extremos superiores a 100 mm, que están registrados entre 2008 y 2012. Tras 2015, las lluvias se mantienen cercanas o por debajo del promedio, los eventos extremos marcan diferencias significativas en la distribución de las lluvias, lo que pone de manifiesto la importancia de considerar no solo los valores medios, sino también la ocurrencia de máximos para la planificación hidráulica y la gestión del riesgo.

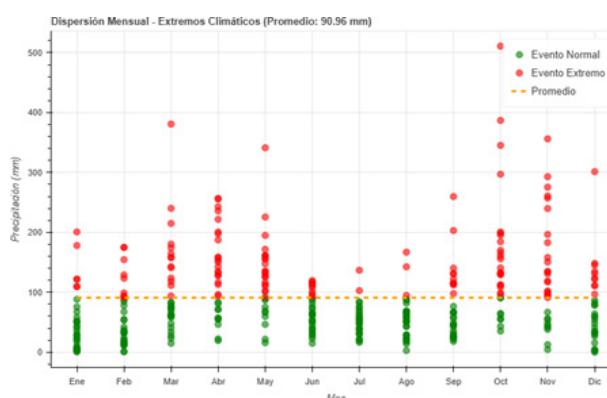


Figura 5. Registro histórico de precipitaciones normales y extremos en meses

Fuente: elaboración propia

En la figura 5 de dispersión mensual muestra un promedio general de ≈ 91 mm, con eventos normales concentrados por debajo de este valor y eventos extremos que superan ampliamente los 100 mm. Los picos más altos se registran en marzo, abril, mayo, octubre y noviembre, lo que evidencia los periodos más lluviosos del año y por ende la influencia de los ciclos climáticos bimodales en Colombia, donde predominan dos temporadas de lluvias marcadas, mientras que en meses como enero, junio y julio se presentan valores más bajos y estables para realizar planeación de operaciones en obras.

Período de Retorno (años)	Lluvia de Diseño (mm)
2	193.39
5	306.21

10	423.65
25	648.98
50	898.09
100	1246.14

Tabla 1. Lluvias de Diseño - Períodos de Retorno

Fuente: elaboración propia

El análisis probabilístico con distribución GEV de la tabla 1 muestra las lluvias de diseño para distintos períodos de retorno. Los valores estimados aumentan progresivamente, pasando de 193.39 mm para 2 años, 306.21 mm para 5 años y 423.65 mm para 10 años, hasta alcanzar 1246.14 mm para 100 años, este comportamiento confirma que la magnitud de la precipitación crece conforme el evento es menos frecuente con un alto potencial de impacto en inundaciones y riesgos asociados.

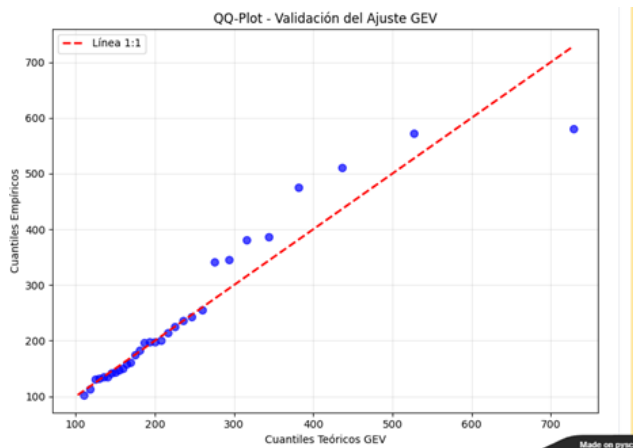


Figura 6. QQ-Plot GEV

Fuente: elaboración propia

La Figura 7 presenta el gráfico QQ-Plot utilizado para validar el ajuste del modelo de Distribución Generalizada de Valores Extremos (GEV). Se observa una alineación significativa entre los cuantiles

empíricos y teóricos, especialmente en el rango de 100 a 300 mm, lo que demuestra que el modelo reproduce de forma adecuada el comportamiento de las precipitaciones observadas. Estos resultados confirman que la herramienta desarrollada permite estimar con precisión las lluvias extremas, constituyendo una base sólida para el diseño hidráulico y la gestión del riesgo climático en Ciudad Bolívar.

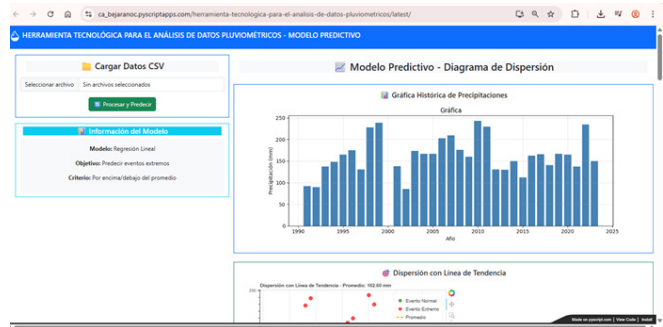


Figura 7. Página index Herramienta Tecnológica Para El Análisis De Datos Pluviométricos [18]

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

La tecnología se ha vuelto esencial en la ingeniería civil para enfrentar retos del cambio climático, ya que herramientas como la aplicación presentada optimizan el análisis, sistematización y visualización de datos, facilitando decisiones rápidas y precisas en la planificación y prevención de desastres. El estudio de registros históricos de precipitación evidenció gran variabilidad interanual y estacional, con eventos extremos que influyen notablemente en la planificación de obras civiles. Además, el uso de las herramientas permitió estimar lluvias de diseño para distintos períodos de retorno, aportando una base confiable para la gestión del riesgo climático y el diseño de infraestructuras resistentes.

5. Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a los semilleros de investigación SIGRON y PEGASUS por el trabajo conjunto que hizo posible el desarrollo de esta propuesta. Asimismo, se reconoce a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por brindar el apoyo académico y los espacios de investigación necesarios para la consolidación del proyecto. Por último, y de manera especial se agradece a la Ingeniera Sonia Pinzón, directora del semillero PEGASUS por su orientación, acompañamiento y constante disposición para guiar este proceso investigativo.

6. Referencias

- [1] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Plan de trabajo y metodología INGENIAR. Estudio de riesgo por efectos del cambio climático y medidas de adaptación para la estrategia a largo plazo E2050 de Colombia, octubre 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Plan_trabajo_Metodologia_Ingeniar.pdf
- [2] M. Ceballo, “Relación entre la Ingeniería Civil y las inundaciones en Colombia,” *Fundación Universitaria del Área Andina*, 18 dic. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.areandina.edu.co/blogs/relacion-entre-la-ingenieria-civil-y-las-inundaciones-en-colombia>
- [3] Alcaldía Local de Ciudad Bolívar, “Conociendo mi localidad – Historia,” s. f. [En línea]. Disponible en: <http://www.ciudadbolivar.gov.co/mi-localidad/conociendo-mi-localidad/historia>
- [4] M. L. López Cruz, J. D. Zambrano Romero y J. A. Obando Suarez, “Análisis en el nivel de precipitaciones por medio de la elaboración de los mapas de isohietas y curvas IDF (intensidad, duración, frecuencia) del departamento de Cundinamarca,” Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Civil, Villavicencio, Noviembre. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/25e2b3a4-d6ae-4f65-a904-209b5e3663b7/content>
- [5] H. R. López, “Técnica de extracción, transformación y carga de datos de estaciones meteorológicas,” **Revista de Ciencia y Tecnología: RECYT**, vol. 32, no. 1, pp. 28–32, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7273415.pdf>
- [6] O. L. Ocampo López, J. J. Vélez Upegui, J. P. Marín Salazar y A. T. Forero Hernández, “Análisis de tendencias climáticas con RCLimdex en el departamento de Caldas, Colombia,” **Scientia et Technica**, vol. 25, no. 4, pp. 595–603, 30 dic. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/22771>
- [7] J. F. Audefroy y R. Padilla Lozoya (Coords.), *Desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos*, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Red de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESClim), 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/desastres-fenomenos/libro-desastres-asociados-fenomenos-hidrometeorologicos.pdf
- [8] E. Ruiz Romera y M. Martínez Santos, “Hidrología Aplicada: Tema 2. Análisis de la precipitación,” material docente, OCW, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, 8 mayo 2015. [En línea]. Disponible en: https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/47722/mod_resource/content/1/Material_Docente/Tema_2.pdf
- [9] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Grupo de Climatología y Agrometeorología, “HM Índice de Precipitación (Hoja Metodológica versión 1.3),” 14 feb. 2025. [En línea]. Disponible en: https://bart.ideam.gov.co/indicadores/ind-clima/hm/HM_indice_de_precipitacion.pdf
- [10] L. Marrufo, J. Ramos, A. Monsivais y J. Gracia, “Análisis de consistencia de datos meteorológicos ¿Cuál estación elegir?,” **Gaceta**, Instituto de Ingeniería, UNAM, Gaceta enero- febrero 2025, 26 mar. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iingen.unam.mx/.../Analisis-de-consistencia-de-datos-meteorologicos.aspx>
- [11] G. M. Intriago Pincay, E. J. Quinatoa Chavéz, J. A. Centeno Alcívar y V. A. Lino Calle, “Gestión de riesgos en planificación de obras civiles: mitigación de retrasos y sobrecostos en construcción, un análisis textual discursivo,” **Revista Ingenio Global**, vol. 4, no. 1, pp. 203–218, feb. 2025. DOI: 10.62943/rig.v4n1.2025.203160. [En línea]. Disponible en: <https://editorialinnova.com/index.php/rig/article/view/203/569>
- [12] Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática, “Normalización,” material docente, lic. Ingeniería de Software, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2020/09/Clase7-Normalizacion_partelFinal.pdf
- [13] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), “Manual para Consumir Datos Hidrometeorológicos del IDEAM,” manual técnico, IDEAM, Colombia, pub. mayo 2025. [En línea]. Disponible en: <https://archivo.ideam.gov.co/documents/10182/0/Manual%2BConsumo%2Bde%2BDatos>

[14] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), “Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos – DHIME,” IDEAM, Colombia. [En línea]. Disponible en: dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/. [Accedido: 30-ago-2025].

[15] Anaconda Inc. “PyScript: Python in the Browser.” PyScript. <https://pyscript.com/> (consultado el 30 ago. 2025).

[16] Anaconda Inc. Herramienta tecnológica para el análisis de datos pluviométricos. https://ca_bejaranoc.pyscriptapps.com/herramienta-tecnologica-para-el-analisis-de-datos-pluviometricos/latest/ (consultado el 30 ago. 2025).