

Análisis de Patrones de Precipitación en el Valle de Aburrá

Autores: Tech forge

julio de 2025

Índice

1. Contexto	2
2. Planteamiento del Problema	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
2.3. Preguntas de Investigación	2
3. Descripción del Proyecto	3
4. Metodología	3
4.1. Recolección de Datos	3
4.2. Variables Principales	3
4.3. Herramientas	3
4.4. Procesos	3
5. Resultados Esperados	3
6. Análisis de Datos	3
7. Visualización Exploratoria de Datos	4
7.1. 1. Calidad y estructura del dataset	4
7.2. 2. Patrones temporales y estacionales	4
7.3. 3. Relaciones entre variables	4
7.4. 4. Visualizaciones significativas	5
7.5. 5. Implicaciones prácticas	5
8. Interpretación de Resultados y Datos Obtenidos	5
9. Conclusiones y Recomendaciones	5

1. Contexto

El conocimiento sobre el comportamiento de las variables climáticas es esencial para la planificación urbana, agrícola y científica. En Medellín se han registrado diversos eventos de precipitación extrema que han afectado gravemente a sectores vulnerables de la ciudad.

Uno de los casos más representativos ha ocurrido en Bello, donde se reportó un evento de precipitación de hasta 156 mm/h en el último año. Estos eventos han provocado desbordamientos del río Medellín y de quebradas cercanas, así como inundaciones y deslizamientos en laderas que amenazan la seguridad de viviendas e infraestructuras.

Este proyecto se centra en el análisis de datos climáticos históricos y recientes, incluyendo variables como precipitación, temperatura, presión atmosférica, velocidad del viento y humedad relativa en el Valle de Aburrá (Medellín, Colombia).

El objetivo principal es identificar y predecir patrones climáticos que permitan comprender mejor las dinámicas atmosféricas regionales. Estos hallazgos buscan aportar información clave para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias de adaptación frente al cambio climático y la variabilidad local.

2. Planteamiento del Problema

2.1. Objetivo General

Analizar, modelar y predecir patrones de precipitación en el Valle de Aburrá (Medellín y municipios aledaños) a partir de variables climatológicas, con el fin de comprender sus implicaciones científicas, agrícolas y urbanas.

2.2. Objetivos Específicos

1. Describir estadísticamente las variables climáticas (temperatura, humedad, velocidad del viento, etc.) en distintas zonas del Valle de Aburrá entre 1981 y el año más reciente disponible.
2. Identificar patrones temporales y espaciales en los eventos de precipitación.
3. Determinar correlaciones significativas entre la precipitación y otras variables climáticas.
4. Realizar predicciones de eventos de lluvia y/o lluvias intensas a partir de las variables explicativas disponibles.
5. Interpretar los resultados del modelo para proponer recomendaciones de interés agrícola, urbano y científico.

2.3. Preguntas de Investigación

- ¿Variación temporal y espacial de la precipitación?
- ¿Factores asociados a la ocurrencia e intensidad de la lluvia?
- ¿Predicción de eventos de lluvia mediante modelos binarios?
- ¿Condiciones climáticas precedentes a lluvias intensas?

- ¿Implicaciones prácticas para la planificación urbana y agrícola?

3. Descripción del Proyecto

Este proyecto analiza, modela y predice patrones de precipitación en el Valle de Aburrá utilizando datos históricos y recientes. Mediante técnicas estadísticas y de aprendizaje automático se identifican relaciones entre variables climáticas y la ocurrencia o intensidad de lluvias. El análisis genera insumos para la toma de decisiones en agricultura, planificación urbana y gestión del riesgo.

4. Metodología

4.1. Recolección de Datos

Estaciones meteorológicas del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).

4.2. Variables Principales

Precipitación, temperatura (máx., mín., media), humedad relativa, velocidad del viento, presión atmosférica.

4.3. Herramientas

Python, pandas, seaborn, statsmodels, Plotly, scikit-learn.

4.4. Procesos

Limpieza de datos, análisis exploratorio, visualización, análisis de correlación, modelado predictivo (clasificación binaria).

5. Resultados Esperados

- Identificar patrones estacionales consistentes que permitan realizar pronósticos climáticos.
- Detectar variables críticas asociadas a la lluvia mediante análisis de correlación y modelos de clasificación.
- Producir recomendaciones útiles para la planificación urbana, agrícola y de riesgos climáticos.

6. Análisis de Datos

Se generaron gráficos como histogramas, boxplots, mapas de calor y líneas de tendencia. Se observó que:

- La humedad relativa se correlaciona positivamente con la precipitación.
- La presión atmosférica y la temperatura máxima tienen correlación negativa.
- Las zonas rurales presentan mayores acumulaciones de lluvia.
- Las lluvias se concentran en abril-mayo y octubre-noviembre.

Variable	Correlación con lluvia	Tipo de relación
Humedad relativa	+0.73	Positiva fuerte
Temperatura máxima	-0.48	Negativa moderada
Presión atmosférica	-0.61	Negativa fuerte

Cuadro 1: Correlaciones climáticas con la precipitación

7. Visualización Exploratoria de Datos

7.1. 1. Calidad y estructura del dataset

- La variable `evento_lluvia` permite clasificar la presencia o ausencia de precipitación, lo cual es útil para modelos de clasificación o análisis de correlación.
- Las variables están completas y correctamente tipadas, lo que facilita el análisis estadístico y predictivo.

7.2. 2. Patrones temporales y estacionales

- El dataset contiene registros desde 1981 en adelante, lo que permite un análisis de tendencias a largo plazo.
- Variables como `estación` y `mes` permiten estudiar ciclos estacionales de lluvia, clave para agricultura e infraestructura.
- Se empleó descomposición estacional con `seasonal_decompose`, identificando componentes de tendencia, estacionalidad y ruido en la precipitación.

7.3. 3. Relaciones entre variables

- Se examinaron relaciones entre precipitación y:
 - Temperatura (mínima, máxima y media)
 - Humedad relativa
 - Condición climática y zona (urbana, rural, mixta)
- Se identificaron condiciones favorables para lluvia como:
 - Alta humedad relativa.
 - Etiquetas climáticas tipo "lluvioso".
 - Mayor precipitación en zonas rurales/mixtas (a validar con pruebas estadísticas).

7.4. 4. Visualizaciones significativas

- Se usaron gráficos de líneas, boxplots y mapas de calor con Plotly y Seaborn para:
 - Observar cambios mensuales y anuales.
 - Detectar posibles anomalías climáticas.
 - Comparar distribuciones por ciudad para análisis geoespacial.

7.5. 5. Implicaciones prácticas

- **Científicas:** Modelar fenómenos climáticos locales, valioso para estudios del cambio climático en zonas interandinas.
- **Agrícolas:** Informar calendarios de siembra/cosecha, manejo de riego y prevención de pérdidas.
- **Urbanas:** Guiar el diseño de drenajes y ordenamiento territorial en zonas con mayor riesgo por lluvia.

8. Interpretación de Resultados y Datos Obtenidos

Los modelos clasificatorios indican que la humedad, presión y temperatura máxima son variables clave para predecir lluvia. Se evidencian ciclos estacionales claros que permiten proyecciones confiables. Las condiciones húmedas y presiones bajas preceden eventos de lluvia intensa, lo que permite construir alertas tempranas con valor práctico. El modelo Random Forest tuvo mejor rendimiento predictivo, con precisión superior al 87 % y buen equilibrio entre sensibilidad y especificidad.

9. Conclusiones y Recomendaciones

- Se confirma la estacionalidad de la precipitación en el Valle de Aburrá.
- Es viable predecir eventos de lluvia con modelos simples y datos meteorológicos históricos.
- Se recomienda implementar estos modelos en sistemas de alerta temprana.
- La planificación urbana debe considerar estos patrones para infraestructura, drenaje y riesgos.
- El sector agrícola puede optimizar calendarios de siembra y riego con base en estas predicciones.

Bibliografía

- IDEAM. (2024). Datos meteorológicos históricos. <https://www.ideam.gov.co>
- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32.