

4.7

Muy bien :)

Manuela Velásquez Restrepo

Tarea #1 Tópicos Avanzados en Sistemas Hidrológicos

Descripción de los datos.

Los datos corresponden a la serie de precipitación de la estación meteorológica Altaquer del IDEAM ubicada en el departamento de Nariño, con resolución temporal diaria y un periodo de registro desde 01/01/1993 hasta 31/12/2014. Las unidades de los registros son mm/día. A continuación en la figura 1 se muestra la serie de precipitación.

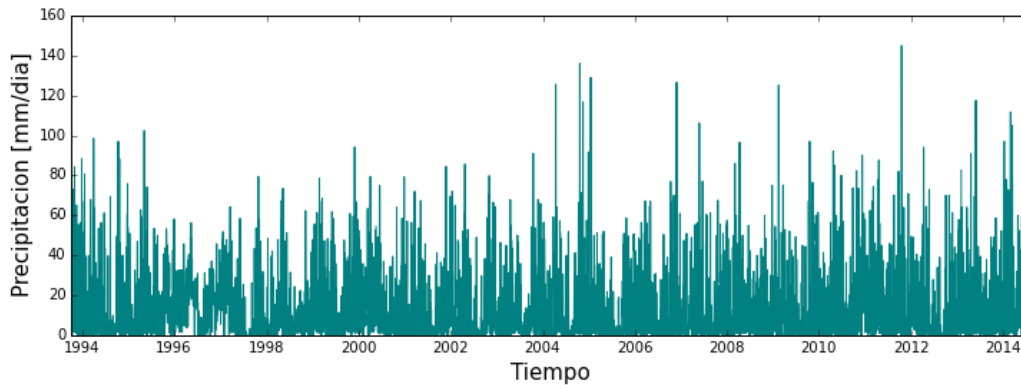


Figura 1 Serie de precipitación de la estación Altaquer ubicada en el departamento de Nariño.

Nota: Cada punto tiene su respectiva discusión de los resultados obtenidos.

Medidas descriptivas de la serie de precipitación.

A continuación en la tabla 1 se presenta las principales medidas de localización, dispersión y simetría de la serie de análisis.

Tabla 1 Medidas descriptivas de la serie de precipitación de la estación Altaquer.

| Medida descriptiva | Valor |
|-------------------------|-------|
| Media | 11,96 |
| Mediana | 5,60 |
| Desviación estándar | 15,63 |
| Coficiente de asimetría | 2,17 |
| Percentil 10 | 0,00 |
| Percentil 65 | 11,20 |
| Percentil 90 | 32,50 |
| Máxima precipitación | 144,9 |
| Rango intercuartil | 15,50 |
| Yule Kendall | 0,47 |

La media de la serie es aproximadamente el doble la mediana, en este caso la media se ve más afectada por eventos extremos que se presentan en la serie, que no son muy frecuentes pero que disparan el valor de la media y por tal razón no representan adecuadamente la distribución de los datos.

El percentil 65 se acerca más a la media, lo cual indica que el 65% de los datos tienen un valor menor a la media de la serie y que la mediana o percentil 50 representa mejor el valor al rededor del cual se distribuyen los datos.

La desviación estándar muestra la dispersión que se presenta en los datos por eventos extremos que pueden exceder la media de la serie incluso más de 10 veces como el valor máximo de la serie cuyo valor es 140mm/día.

Las series de precipitación diaria comúnmente presentan una mayor frecuencia de días sin precipitación (0 mm/día) sin embargo en esta región del país se presenta una precipitación de aproximadamente 3000 mm/año y la frecuencia de días sin lluvia no es tan alta como la habitual. En este caso se presentan 885 días sin lluvia de 8035 de los cuales se tiene registro, por tanto el percentil 10 es 0, pero el percentil 12 estimado tiene un valor diferente a 0.

El percentil 90 en general evidencia valores cercanos a eventos extremos que se presentan en la variable de análisis, sin embargo en este caso el 10% de los eventos restantes presentan valores muy distantes a 32.50, que incluso triplican o cuadruplican este valor.

El rango intercuartil de la serie tiene un valor aproximadamente igual a la desviación estándar de la serie, en un rango de aproximadamente 15 mm/día se encuentra el 50% de los datos de la serie y así mismo en promedio la distancia entre la media y los todos los valores corresponden a un valor de 15 mm/día.

Un valor positivo de la medida descriptiva de Yule Kendall indica que la separación entre el cuartil 50 y 75 es mayor que entre el cuartil 50 y 25, por tanto la mayor masa se encuentra concentrada hacia la izquierda y por tanto hay mayor probabilidad de ocurrencia de precipitaciones bajas que altas.

Histograma, función de densidad de probabilidad y función distribución acumulada de la serie.

En la figura 2 se muestra el histograma de frecuencias de precipitación diaria de la estación Altaquer. Se estimó también la función de densidad de probabilidad (pdf) de la serie con el fin de observar que intervalos de precipitación tienen una mayor o menor probabilidad de ocurrencia. A continuación en la figura 3 y 4 se muestran respectivamente la función de densidad de probabilidad y función de distribución acumulada de la serie de precipitación analizada.

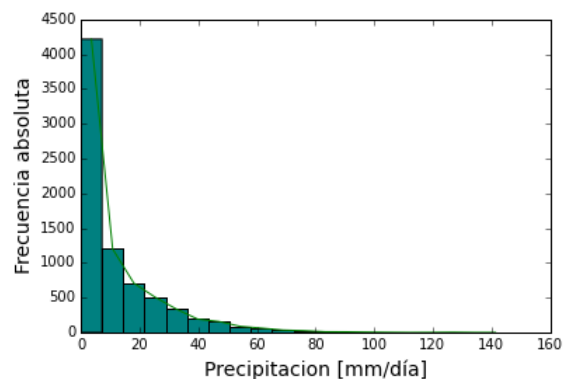


Figura 2 Histograma de frecuencias absolutas de la serie de precipitación de la estación Altaquer.

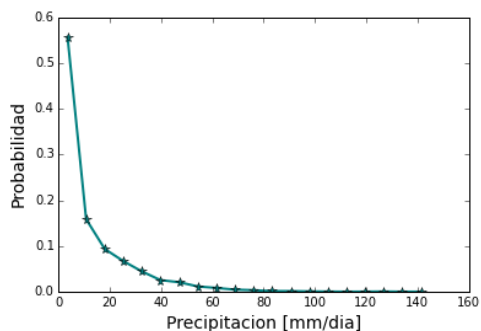


Figura 3 Función de densidad de probabilidad de la serie de precipitación analizada.

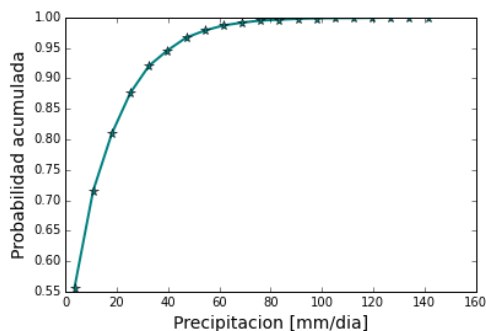


Figura 4 Función de distribución acumulada de la serie de precipitación analizada.

El histograma de frecuencias absolutas no es simétrico, como se puede observar en la figura y como era de esperarse el valor de la asimetría es mayor que 0, es decir la mayor masa se encuentra concentrada en los valores menores de precipitación, lo cual verifica lo que a simple vista se puede apreciar.

La función de distribución acumulada presenta una asíntota en 1 aproximadamente en una precipitación de 60 mm/día, es decir, los valores de precipitación mayores a este, tienen una probabilidad de excedencia muy baja. Aunque hay valores que alcanzan los 140 mm/día su probabilidad de ocurrencia es aproximadamente 0.

A continuación, en la figura 5 se muestra todos los percentiles correspondientes a la serie de precipitación y se somborean los valores de precipitación alrededor* de algunos percentiles de interés para identificarlos más fácilmente, el 25, 50 y 75.

*Alrededor del percentil se refiere a un percentil por debajo y uno por encima del de referencia (ej. Para P25 de 24 al 26)

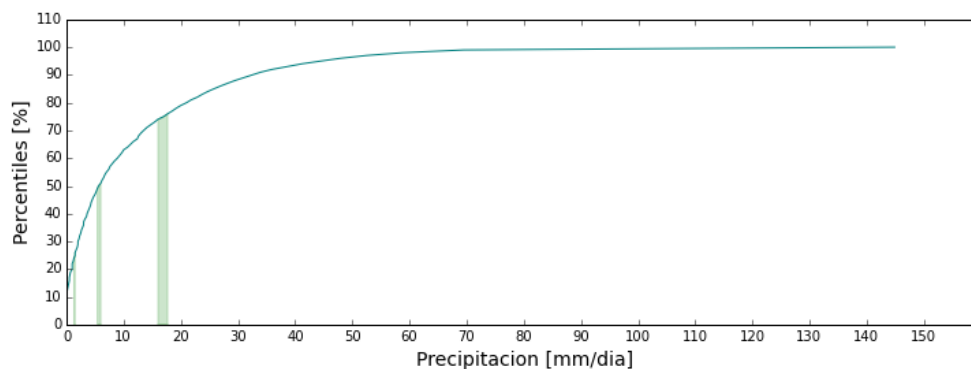


Figura 5 Percentiles de la serie de precipitación con zonas sombreadas alrededor de los percentiles 25, 50 y 75.

Como se mencionó anteriormente el rango intercuartil de la serie es de aproximadamente 15 mm/día, en la figura se puede observar esto, que el percentil 25 está alrededor de 2 mm/día y el 75 cercano a 17 mm/día.

Estacionariedad de los histogramas

Para estimar la estacionalidad de los histogramas se agruparon los datos por ventanas de tiempo, en este caso la ventana usada es de 365 días. En Colombia en general se presenta un régimen de precipitación bimodal, con dos temporadas de mayor lluvia en Marzo-Abril-Mayo (MAM) y en

Septiembre-Octubre-Noviembre (SON), por tanto se escogió una ventana que abarcará toda la variabilidad del ciclo anual, desde los mayores hasta los menores valores de precipitación.

A continuación en la figura 6 se observa la información de los histogramas resumida para cada una de las ventanas de análisis. Las series de variables climáticas en general son no estacionarias, es decir, su distribución y parámetros varían con el tiempo.

Se hace un acercamiento a la figura, limitando el eje y hasta 40, ya que hasta ese valor precipitación se muestra variabilidad notable en la figura, para valores mayores de 40 la probabilidad de ocurrencia es menor 0.1 y no hay cambios notables en el color.

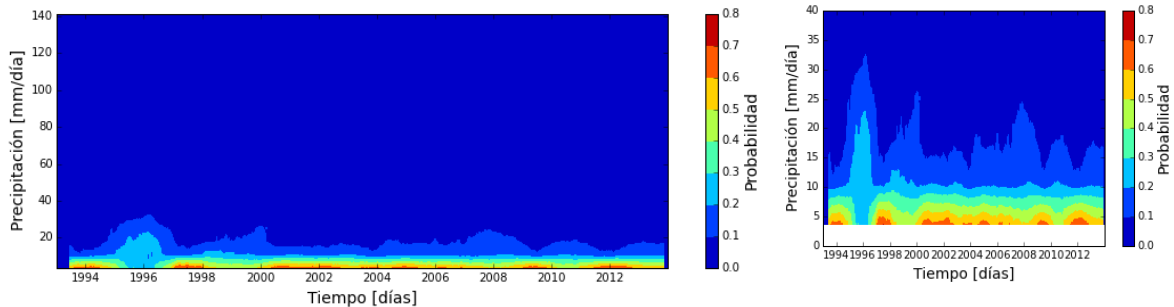


Figura 6 Funciones de densidad de probabilidad de cada una las ventanas de análisis de la serie de precipitación. Acercamiento para apreciar la dispersión que se presenta entre 0 y 40 mm/día.

Como se puede observar en la figura los datos en cada una de las ventanas se concentran entre 0 y 10 mm/día, sin embargo se presenta variabilidad entre cada una de las ventanas, asimismo algunas muestran más dispersión que otras, mostrando diferentes probabilidades de ocurrencia para valores de precipitación un poco más altas, es decir los histogramas no tienen exactamente la misma probabilidad de ocurrencia en todas las ventanas para un mismo rango de datos.

Estacionariedad de las medidas descriptivas

A continuación se muestran las medidas descriptivas para cada una las ventanas de la serie. En la figura 7 se muestran las medidas de localización, la media y la mediana y los percentiles 10 y 90.

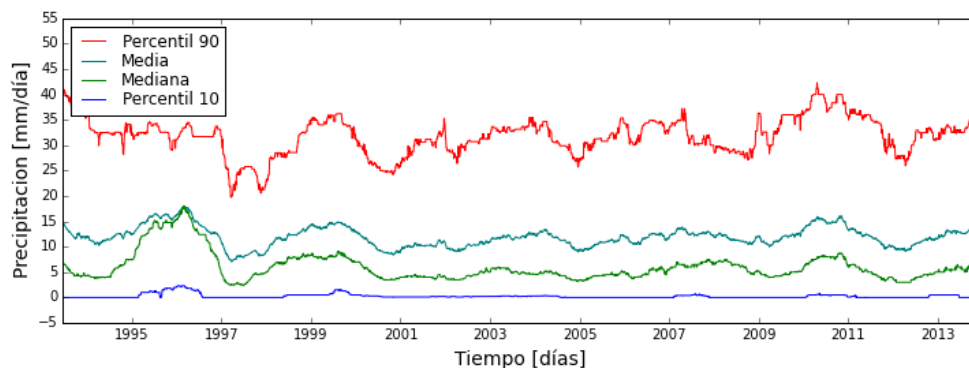


Figura 7 Media, mediana, percentil 10 y percentil 90 de las ventanas de análisis de la serie de precipitación de la estación Altaquer.

Como se puede observar en la figura la media móvil de la serie de precipitación no es estacionaria, debido a que su valor varía entre una ventana y otra, aunque presenta una variabilidad pequeña, se desplaza ligeramente entre 10 y 18 mm/día. La mediana tiene un comportamiento muy parecido, solo que se encuentra desplazada hacia abajo y oscila principalmente entre 3 y 9 mm/día

aproximadamente, sin embargo la mediana presenta un pico entre el año 1996 que puede deberse al incremento en las precipitaciones causado posiblemente por el evento La Niña 1995-1996.

El percentil 10 presenta una mínima variabilidad, debido a que en la mayoría de las ventanas el P10 = 0 mm/día, lo cual era de esperarse sabiendo que aproximadamente el 12% de los datos de la serie completa corresponden a ese valor. En contraste se muestra la gran variabilidad del P90, que oscila entre 20 y 42 mm/día aproximadamente, los eventos ‘extremos’ de precipitación tienen muy poca probabilidad de ocurrencia pero pueden variar significativamente en magnitud por tanto se evidencia esto al estimar el P90.

A continuación en la figura 8 se muestran las medidas de dispersión, la desviación estándar y la rango intercuartil de las ventanas de análisis de la serie de precipitación.

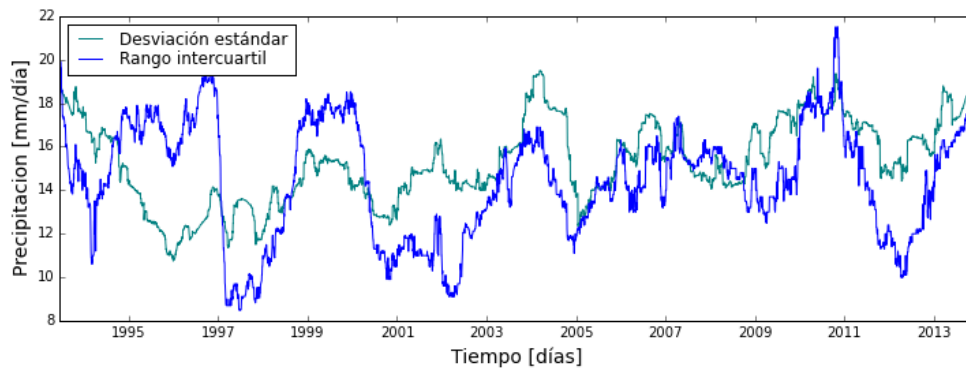


Figura 8 Medidas de dispersión: desviación estándar y rango intercuartil de las ventanas de análisis de la serie de precipitación de la estación Altaquer.

Como se puede observar en la figura el rango intercuartil presenta mayor variabilidad, oscila entre 8 y 22 mm/día aproximadamente, se observa un ciclo interanual que tiene una frecuencia entre 3 y 5 años aproximadamente que puede estar asociada con el ENSO, los años en los que el rango intercuartil tiene un mayor valor coinciden con años donde ocurrieron eventos La Niña, donde las precipitaciones aumentan y donde el P75 puede tomar valores mucho mayores a los años neutros y por tanto el rango intercuartil se hace mayor. Además el máximo valor del rango intercuartil se encuentra en año 2011, este año está asociado a dos eventos consecutivos de La Niña, 2010-2011 y 2011-2012, y el evento 2010-2011 es considerado uno de los eventos La Niña más fuerte.

A continuación en la figura 9 se muestra el índice Yule Kendall para todas las ventanas de análisis de la serie de precipitación.

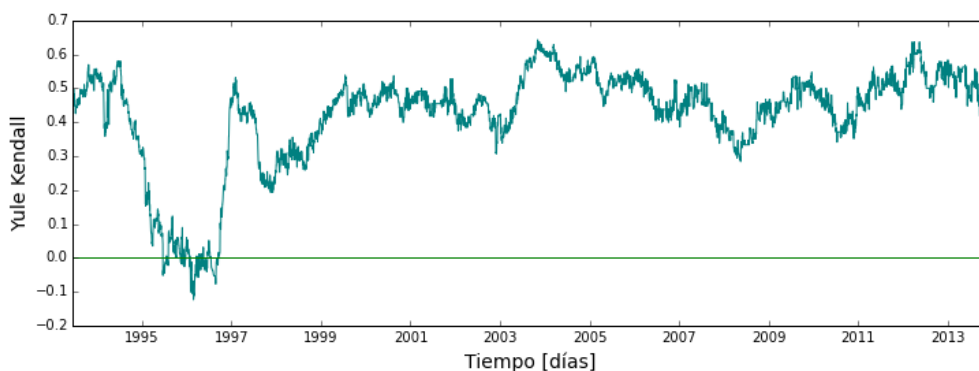


Figura 9 índice Yule Kendall de las ventanas de análisis de la serie de precipitación de la estación Altaquer.

Como se observa en la figura el índice Yule Kendall es positivo para la gran mayoría de las ventanas analizadas, lo cual implica que la diferencia entre percentil 50 y 75 es mayor que la diferencia entre el percentil 50 y 25 en la mayoría de los casos, y que los datos se encuentran más dispersos en los valores de precipitación más altos.

Tendencia de la serie.

El test de Mann-Kendall es una prueba no paramétrica que permite evaluar la existencia de una tendencia positiva o negativa en una serie de tiempo, al ser un test no paramétrico tiene la ventaja de que no asume que la serie se encuentra normalmente distribuida. La prueba consiste en rechazar la hipótesis nula (H_0) con un cierto nivel de significancia, H_0 asume que no hay tendencia.

La hipótesis alternativa en este caso es que si existe tendencia, por tanto, esta puede ser creciente o decreciente (dos colas) y el valor $Z_{\alpha/2}$ se estima con $\alpha/2$.

La prueba se estimó para la media móvil de la serie (Media_Serie) y los percentiles 25, 50 y 75 (P25, P50 y P75, respectivamente). Las series en las que existen empates se calcula la varianza considerando estos, a continuación en la tabla 2 se muestran los resultados de varianza, S y Zs obtenidos para cada una de las series.

Tabla 2 Varianza, S y Z obtenidos con la prueba de Man Kendall para cada una de las series analizadas.

| Serie | Varianza | S | Zs |
|-------|----------------|------------|-------|
| Media | 46.193.946.900 | 203.031 | 0,94 |
| P25 | 50.135.809.559 | -346.701 | -1,55 |
| P50 | 50.097.752.910 | -1.512.003 | -6,76 |
| P75 | 50.134.320.638 | 427.986 | 1,91 |

A partir de los resultados obtenidos se puede afirmar que la hipótesis nula es rechazada con cierto nivel de significancia para cada una de las series, la hipótesis nula (H_0) se rechaza cuando $|Zs| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ donde α es el nivel de significancia. A continuación en la tabla 3 se muestra el nivel de significancia con el cual se rechazó la hipótesis nula de cada una de las series y en la figura 10 se muestran la media, y los cuartiles de todas las ventanas de análisis.

Tabla 3 Nivel de significancia con el cual fue rechazada la hipótesis nula para cada una de las series analizadas.

| Serie | Probabilidad distribución normal | Nivel de significancia |
|--------------|----------------------------------|------------------------|
| Media | 0,824 | 0,352 |
| Percentil 25 | 0,937 | 0,126 |
| Percentil 50 | 1,000 | 0,000 |
| Percentil 75 | 0,971 | 0,057 |

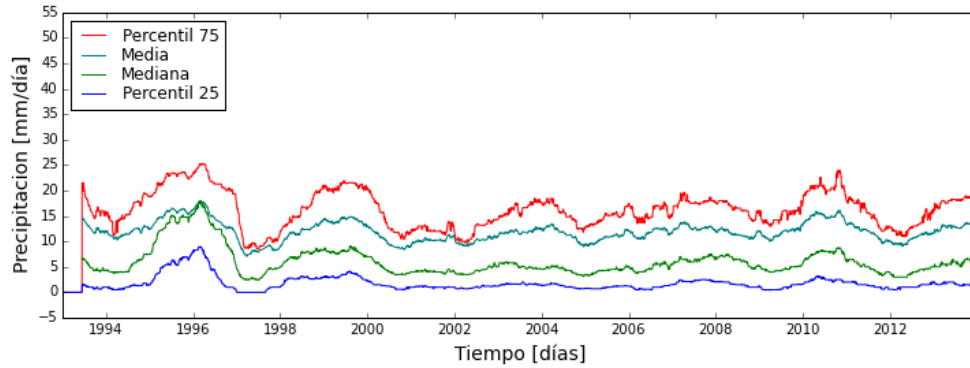


Figura 10 Media, mediana, percentil 25 y percentil 75 de las ventanas de análisis de la serie de precipitación de la estación Altaquer.

Como se puede observar en la tabla se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia bajo, indicando que la probabilidad de que las series tengan tendencia es muy bajo como se había evidenciado en la figura 10, donde gráficamente no se identifica ninguna tendencia significativa.

En las series de variables climáticas usualmente se pueden identificar tendencias crecientes o decrecientes cuando se dispone de un periodo de registro mayor a 30 años, lo cual además hace más confiable la aseveración de que lo es, ya que probablemente la serie incluirá los efectos de todos eventos macroclimáticos con frecuencia interanual como el ENSO, PDO, NAO entre otros.