

## ESTIMACIÓN DE EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN DIARIA A PARTIR DE UN PROCESO ESTOCÁSTICO DE CLUSTER

José Antonio López Díaz  
AEMET, [jlopezd@aemet.es](mailto:jlopezd@aemet.es)

En este trabajo se valora la utilidad de los procesos estocásticos de cluster de tipo *Neyman-Scott Rectangular Pulses* con dos tipos de célula para la estimación de la distribución de los extremos de precipitación máxima diaria. Este tipo de procesos estocásticos ofrecen la posibilidad de tener en cuenta los dos tipos principales de precipitación en nuestras latitudes: la convectiva y la frontal. El ajuste se ha efectuado utilizando la serie horaria de precipitación en el observatorio de Daroca por tener esta una longitud de más de 20 años.

El proceso *Generalised Neyman-Scott Rectangular Pulses* con dos tipos de célula (GNSRP(2)) modela la precipitación a partir de una sucesión de tormentas que producen cada una un cluster con un número aleatorio (en este caso de distribución geométrica) de células de dos tipos. Los orígenes temporales de las tormentas se modelan como un proceso de Poisson, y cada célula de precipitación dentro de un cluster se modela como una intensidad de lluvia constante con distribución exponencial durante un tiempo aleatorio también exponencial. Cada célula del cluster comienza un tiempo aleatorio después del origen de su tormenta. La complejidad de esta estructura estocástica, que permite según la literatura simular de forma realista el proceso de precipitación, entraña sin embargo un número elevado de parámetros que estimar, 8 para el GNSRP(2). Esto requiere el empleo de algoritmos de optimización numéricos de cierta complejidad.

El ajuste del proceso estocástico GNSRP(2) a los datos observados de precipitación horaria se ha efectuado mes por mes. Para ello se ha utilizado una función de coste cuadrática que mide la diferencia entre los parámetros de la distribución empírica de los datos y los teóricos del proceso estocástico ajustado. Los parámetros que entran en la función de coste son la precipitación horaria media y, para cada una de las acumulaciones de 1, 3, 6, 12 y 24 horas, la varianza de la precipitación, la probabilidad de precipitación nula y la probabilidad de transición de periodo húmedo a periodo húmedo.

Para obtener valores iniciales plausibles para el algoritmo numérico de optimización usado, de Nelder-Mead basado en búsqueda en simplex, se ha comenzado ajustando un proceso con un solo tipo de célula ya que esto reduce el número de parámetros del ajuste a 5. En el ajuste final se ha comprobado que para varios meses el proceso con dos tipos de célula no ofrece una mejora significativa respecto al proceso con una sola célula. Esto ha sucedido en los meses de febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre. Este hecho responde en cierta manera a lo que cabe esperar a priori pues los meses más veraniegos con la abundancia de convección precisan los dos tipos de células.

En la figura 1 se muestran las funciones de densidad del total anual de precipitación, estimadas a partir de un kernel gaussiano, para los datos observados en los últimos 30 años (rojo) y para los datos simulados a lo largo de 1000 años con el GNSRP(2) ajustado a los datos (azul). Se aprecia que la densidad simulada es más simétrica que la obtenida a partir de los datos, y tiene una cola izquierda bastante menos larga que la observada. Esta insuficiente representación de los años más secos en el proceso ajustado se podría explicar por el hecho de que el ajuste se ha hecho mes a mes, y por tanto el total anual simulado no puede capturar las correlaciones entre meses que sin duda están presentes en los años más secos (al combinarse los meses del año de forma aleatoria). Esto también explicaría la mayor simetría. En cambio la cola derecha, correspondiente a años muy húmedos, sí que encaja muy bien con la observada.

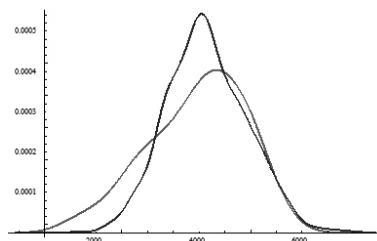


Fig.1.- Funciones de densidad de la precipitación total anual obtenidas aplicando un kernel gaussiano. En rojo función de densidad de los totales observados de los últimos 30 años en Daroca, en azul función de densidad a partir de 1000 años de simulación del GNSRP(2) ajustado.

Una de las posibles aplicaciones de este tipo de procesos ajustados a la precipitación estriba en obtener una estimación de los valores extremos de la precipitación directamente a partir de la simulación estocástica del GNSRP(2) ajustado, en lugar de por medio de la estimación paramétrica de los extremos. Además el proceso simulado puede proporcionar estadísticas de la distribución de muchas variables extremas, como totales diarios en el año o en meses concretos, o máximos en periodos superiores a un día, o en periodos inferiores como 6 horas.

Para valorar estas posibilidades en la figura 2 se comparan las distribuciones extremas de la precipitación diaria máxima anual obtenidas de tres formas. Las líneas verde y naranja corresponden a ajuste de la distribución extrema Gumbel a las series de datos observados de precipitación máxima diaria anual en los últimos 30 años y con la serie larga de Daroca, desde 1910, respectivamente.

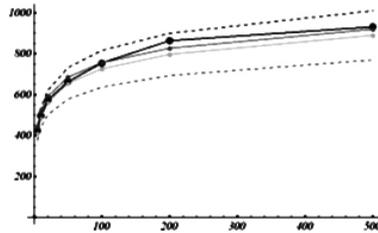


Fig. 2.- Valores de la precipitación máxima diaria anual para los tiempos de retorno en años en abscisas. La línea verde corresponde a ajuste de Gumbel con la serie de datos observados de los últimos 30 años, la línea naranja a ajuste Gumbel con los últimos 100 años de datos, la línea azul con puntos rojos estimación a partir de simulación de GNSRP(2) ajustado a cada mes.

Ambos ajustes muestran un grado de concordancia elevado según la figura. Además se ha representado en azul con puntos rojos el ajuste empírico a partir de la simulación de 1000 años de precipitación horaria antes mencionado usando el proceso GNSRP(2). Queda patente el excelente acuerdo de las tres estimaciones incluso para periodos de retorno de 500 años, el máximo representado en la figura 2, que exceden ampliamente el rango de datos observado. Incluso para este periodo de retorno tan elevado parece que el GNSRP(2) se acerca más al valor estimado con la serie larga que al estimado con la serie corta, lo cual podría indicar habilidad del modelo estocástico para producir características de la distribución extrema que la serie de máximos anuales corta, a lo largo del periodo de ajuste, desdibuja.